Pflanzenschutz Berichte

Herausgegeben von der

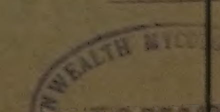
**Bundesanstalt für Pflanzenschutz
Wien**

Schriftleiter:
Dr. FERDINAND BERAN, Wien

XXVII. Band, 1961, Heft 1/10

Herausgegeben als Anhang zum Tätigkeitsbericht
1956—1960 der Bundesanstalt für Pflanzenschutz,
Wien

Im Selbstverlag der Bundesanstalt für Pflanzenschutz
Wien



INHALT

Paul R e c k e n d o r f e r : Ein Beitrag zur Biochemie der Fluor-, Kalk- und Viruschlorose. — Versuch einer ätiologisch einheitlichen Betrachtung

Ferdinand B e r a n : Das Problem der Pflanzenschutzmittelrückstände in europäischer Sicht

Hans W e n z l und Theodor R e i c h a r d : Zur Frage der Maskierung der Blattroll-Symptome durch Düngung

Kurt R u s s : Einfluß wichtiger Witterungsfaktoren auf die Flugtätigkeit des Apfelwicklers Carpocapsa pomonella L.

Helene B ö h m : Untersuchungen über die Spinnmilbenbiozönose (Tetranychidae) an Obstgehölzen in Österreich

Walter F a b e r : Ergebnisse zehnjähriger Erhebungen über die Flugjahre des Maikäfers (Melolontha melolontha L. und M. hippocastani F.) in Österreich

Franz P e t r a k zum 75. Geburtstag

PFLANZENSCHUTZBERICHTE

HERAUSGEGEBEN VON DER BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ
DIREKTOR DR. F. BERAN
WIEN II., TRUNNERSTRASSE NR. 5

OFFIZIELLES PUBLIKATIONSORGAN DES ÖSTERREICHISCHEN PFLANZENSCHUTZDIENSTES

XXVII. BAND | NOVEMBER 1961 | Heft 1/10

(Aus dem chemischen Laboratorium der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien)

Ein Beitrag zur Biochemie der Fluor-, Kalk- und Viruschlorose

Versuch einer ätiologisch einheitlichen Betrachtung

Von
Paul Reckendorfer

Die Kalkchlorose der Pflanzen entwickelt ein Krankheitsbild, das dem Farbenspiel fluorgeschädigter Blätter vielfach ähnlich ist. Die vordem grünen Blätter vergilben allmählich. Anfänglich erscheinen zwischen den Blattnerven schmale grüngelbe Streifen, die ständig breiter werden, bis im weiteren Verlaufe der größte Teil der Blattfläche nur mehr gelb ist und die Nerven allein noch grün sind. Im letzten Stadium, das bei der Fluorinfiltration unter Phäophytinbildung zur Braunfärbung führt, kommt es bei der Kalkchlorose zu einem gänzlichen Ausbleichen und Weißlichwerden der Blätter und schließlich zum Zerfall des Gewebes. Die Blätter sterben ab. Der Krankheitsverlauf der infektiösen Panaschüre wieder entwickelt an den Blättern von *Abutilon striatum* ein schön gezeichnetes Mosaik, bei dem Felder von hellerem und dunklerem Grün mit solchen von gelblicher oder fast weißer Verfärbung abwechseln. Die scharfen geraden Umgrenzungen fallen gewöhnlich mit der Nervatur des Blattes zusammen, so daß ein deutlich bebildertes Muster verschiedener Farbstufen entsteht. Der Fluor-, Kalk- und Viruschlorose ist somit das Zustandsbild einer teilweisen oder umfassenden Vergilbung gemeinsam, das dadurch zustande kommt, daß die grüne Blattfarbe immer mehr verschwindet und in jenes milde Gelb übergleitet, das vornehmlich durch die beiden gelben Begleitfarbstoffe des Chlorophylls (Karotin und Xanthophyll) repräsentiert wird.

Die grüne Pflanze ist imstande, die vielen organischen Verbindungen, die für den Ablauf ihrer Lebensvorgänge und zur Erhaltung ihres zellphysiologischen Gleichgewichtes erforderlich sind, aus der Kohlensäure der

Luft und verschiedenen anorganischen Substanzen, die den Zellen durch den Transpirationsstrom (Xylem) zugeführt werden, zu synthetisieren. Der Energiebedarf, den die pflanzliche Zelle für diese Synthesen benötigt, wird vornehmlich aus der Strahlungsenergie des Sonnenlichtes gedeckt. Diese CO_2-Assimilation der grünen Pflanze, auch Photosynthese genannt, wird als wichtigste biochemische Reaktion durch Enzymsysteme katalysiert. Der primäre photochemische Prozeß (Licht-Reaktion), der in der Spaltung (Photolyse) eines Wassermoleküls besteht (Hill-Reaktion) und von der Gegenwart des Kohlendioxyds unabhängig ist, führt zur Bildung instabiler Produkte, deren hohes chemisches Potential in einer Reihe vom Licht unabhängiger Reaktionen (Dunkel-Reaktionen) zur reduktiven Fixierung der Kohlensäure ausgenutzt wird. Beide Prozesse sind mit den Wirkungsmechanismen der Chlorophylle (Chlorophyll a und Chlorophyll b) eng verbunden. Auch von den Karotinfarbstoffen (Karotin und Xanthophyll), welche regelmäßige Begleiter der Chlorophylle sind, wird vermutet, daß sie an der Photosynthese beteiligt sind. Bei den Chlorophyllen handelt es sich um eine Verbindungsklasse (Mg-Chelate), die den Hämproteinen nahe verwandt ist.

Den Hämproteinen obliegt die Speicherung und der Transport von Sauerstoff ebenso wie die katalytische Steuerung von Redoxsystemen (Redoxpotential). Alle Hämproteine enthalten eine prosthetische Gruppe (Häm). Sie besteht aus einem Fe-Atom (Akzeptor), das kovalent an ein Porphinderivat gebunden ist. Das Häm ist demnach ein Fe-Chelat, in dem das Porphinderivat die Rolle des Chelatbildners (Donator) übernimmt. Das Porphin, der Grundkörper der Porphyrine, der in der Natur als solcher nicht vorkommt, ist aus vier Pyrrolringen aufgebaut, welche durch Kohlenstoffbrücken zu einem Ring verbunden sind. An den freien Stellen der Pyrrolringe stehen in den natürlich vorkommenden Porphyrinen verschiedene Seitenketten. Auch den Chlorophyllen liegt der Metallkomplex eines Porphyrins zugrunde. Sie sind Mg-Chelate. Bei den Hämproteinen spielt die Bindung des Eisens an das Protein eine wesentliche Rolle. Es ist mit zwei Haupt- und zwei Nebenvalenzen an die vier N-Atome des Porphyrins (Pyrrolstickstoff) gebunden, so daß es entsprechend seiner Koordinationszahl 6 noch zwei weitere Nebenvalenzen mit basischen Gruppen des Proteins koordinativ absättigen kann. Die Bindung der prosthetischen Gruppe (Häm) an das Protein erfolgt also dadurch, daß das Eisenatom gleichzeitig die Pyrrolgruppen des Porphyrins und basische Gruppen des Proteins komplex gebunden hält.

Zu den bekanntesten Porphyrinen als Bestandteile der natürlich vorkommenden Häme zählt das in Enzymsystemen der pflanzlichen Zelle aufscheinende Protoporphyrin. Es liegt in den prosthetischen Gruppen der Katalasen und Peroxydasen an Eisen gebunden vor. Diese beiden Enzymtypen sind, was ihre chemische Natur und ihren Wirkungsmechanismus betrifft, einander sehr ähnlich. Die Katalasen zerlegen Wasserstoffsuperoxyd, das bei verschiedenen Oxydationsvorgängen als Zellgift anfällt, in

Wasser und Sauerstoff und die Peroxydasen übertragen den Sauerstoff von Peroxyden auf Akzeptoren. Katalasen und Peroxydasen werden durch Inhibitoren, die mit dem Eisen der prosthetischen Gruppe reagieren, in ihrer Wirksamkeit gehemmt.

Es ist biologisch ebenso bedeutsam wie interessant, daß auch den Chlorophyllen der Metallkomplex eines Porphyrins zugrunde liegt. Als Mg-Chelate bestehen sie aus einem Mg-Atom (Akzeptor), das an ein Porphinderivat (Porphyrin) gebunden ist. In diesem Metallkomplex übernimmt das Porphyrin die Rolle des Chelatbildners (Donator). Chlorophyll a und b sind völlig analog gebaut und enthalten als charakteristisches Merkmal einen Dihydroporphinring mit eingebautem isocyclischen Ring, nur befindet sich beim Chlorophyll b an Stelle der Methylgruppe in 3-Stellung ein Formylrest. Die Synthese der Porphyrine erfolgt nach Shemin über die δ-Aminolaevulinsäure als Intermediärprodukt (Shemin, 1953). Diese entsteht durch Kondensation von Succinat und Glycin (Glykokoll) zur α-Amino-β-ketoadipinsäure und nachfolgende Decarboxylierung der letzteren. Infolge weiterer Kondensation von zwei Molekülen δ-Aminolaevulinsäure ergibt sich ein Pyrrolderivat (Porphobilinogen), von dem sich vier Moleküle unter Abspaltung von Ammoniak zu einem Porphyrin vereinigen können. Es wird angenommen, daß bei der Bildung der Chlorophylle schon auf dieser Reaktionsstufe in den Porphyrinring intermediär Eisen eingebaut wird, das später durch Magnesium ersetzt werden kann. Wie bei den meisten biochemischen Synthesen sind auch beim Aufbau des Porphyrinkomplexes phosphorylierte Zwischenstufen in Form organischer Phosphorsäureverbindungen (Phosphatcyklus) wahrscheinlich. Die für die Porphyrinsynthese notwendige Bereitstellung von Succinat dürfte in der pflanzlichen Zelle über den modifizierten Citronensäurecyklus (Glyoxalatcyklus) erfolgen, in dessen Anfangsstufen unter Zwischenschaltung von Citrat zwei Moleküle Acetat zu einem Molekül Succinat kondensiert werden. Eine vorzeitige Blockierung dieser Reaktionsfolge (Acetat — Citrat — Succinat) im Citrat-Bereich würde in Ermangelung von Succinat zu einer Störung der Porphyrinbildung und derart zu einem Rückläufigwerden der Chlorophyllsynthese führen, so daß in chlorotischen Blättern ein erhöhter Citratgehalt zu erwarten stünde, ein Umstand, der auch tatsächlich beobachtet werden konnte (Iljin, 1942). Auf Grund zahlreicher Analysenergebnisse Iljins ist der Krankheitsverlauf der Kalkchlorose von einer gesteigerten Citronensäurebildung begleitet, so daß der Gehalt der vergilbten Blätter an Citronensäure das 20fache des Normalwertes erreichen und bis zu 10% der Trockensubstanz betragen kann (Iljin, 1942). Der Umstand, daß der mit der Vergilbung einhergehende erhöhte Citratgehalt eine verminderte Succinatbildung und diese wieder eine Störung der Porphyrinsynthese zur Folge hat, läßt vermuten, daß das die Chlorophyllbildung katalysierende Einzelenzym oder Enzymsystem zur Verbindungsklasse der Hämproteine gehört. Da nun zu den bekanntesten Porphyrinen als Be-

standteile der natürlich vorkommenden Häme in Enzymsystemen der pflanzlichen Zelle das Protoporphyrin zählt, dürfte es sich wahrscheinlich um eine Katalase handeln, in deren prosthetischer Gruppe (Häm) das Eisen an Protoporphyrin komplex gebunden ist. Da anderseits wieder die Protochlorophylle (a und b) als Intermediärstufen einer Reaktionsfolge gelten, die vom farblosen Chromogen, dem Leukophyll, über die genannten Protochlorophylle zu den Chlorophyllen (a und b) führt, darf vermutet werden, daß im Cofaktor (Fe-Protoporphyrin-Komplex) der die Chlorophyllsynthese angenommenermaßen steuernden Katalase bereits die Vorstufe zu den Protochlorophyllen gegeben ist, die aus eben diesem Fe-Protoporphyrin-Komplex unter Auswechslung des Eisens gegen Magnesium und Umbau der Seitenketten bei teilweisem Ringschluß unschwer synthetisiert werden können. Mit der zellphysiologischen Bereitstellung der Protochlorophylle scheint aber die Biosynthese von Chlorophyll a und b gesichert.

Der Krankheitsverlauf der infektiösen Buntblättrigkeit entwickelt an den Blättern von *Abutilon striatum* ein schön gezeichnetes Mosaik, das im Hinblick auf seinen virösen Ursprung und unter Bedachtnahme auf die vergilbten Mosaikanteile auch als infektiöse Chlorose oder Virus-Chlorose bezeichnet wird. Es fragt sich nun, ob für die Störung des zellphysiologischen Gleichgewichtes in den vergilbten Mosaikanteilen im speziellen Falle der Virus-Chlorose eine Veränderung in der für sich allein katalytisch unwirksamen prosthetischen Gruppe (Häm) oder im für sich allein ebenfalls inaktiven Enzymprotein der die Chlorophyllsynthese angenommenermaßen steuernden Katalase vorliegt. In Übereinstimmung mit bereits abgehandelten Erkenntnissen (Reckendorfer, 1958, 1959 und 1961) könnte für die vergilbten und grünen Mosaikanteile in Auswirkung eines immerhin möglichen Eisenvakuums wohl ein verschiedener Eisengehalt erwartet werden. Es wäre aber schwer verständlich, daß unmittelbar aneinander grenzende Zellen und Zellverbände, die im gleichen Xylem- und Phloembereich liegen, ohne lokalisierten Insult, wie etwa bei den Korrosionen eines akuten Fluor-Rauchschadens, in ihren Fe-Werten weitgehend differieren sollten. Auch eine Blockierung des Eisens (Akzeptor) durch einen Inhibitor steht aus gleichen Erwägungen kaum zu erwarten. Eine Ermanglung des organischen Chelatbildners scheint in den vergilbten Mosaikanteilen schon im Hinblick auf die unmittelbar angrenzenden grünen Felder primär, also vor dem gezielten Einsatz der Virus-Nukleinsäure, zellphysiologisch nicht denkbar. Mit größter Wahrscheinlichkeit darf daher angenommen werden, daß die vergilbten Mosaikanteile nicht durch eine Abwandlung des Cofaktors (Häm, prosthetische Gruppe) sondern durch einen Ausfall des Enzymproteins zustande kommen und in einer Wechselwirkung zwischen dem Enzymprotein und der Virus-Nukleinsäure, bzw. dem Virusprotein ihre Ursache haben, zumal sich ergab (Reckendorfer, 1960), daß bei der infektiösen Buntblättrigkeit auf *Abutilon striatum* eine Infiltration von wasserlöslichem

Fe-Chelat zu keinerlei Veränderungen im Aufbau des Gesamtmosaiks und zu keinem Wiederergrünen der vergilbten Blattanteile führte. Der Eisengehalt der dialysierten und derart von wasserlöslichen Fe-Verbindungen befreiten analysengemäß vorbereiteten Mosaikanteile war vor und nach der Behandlung mit dem Chlorosemittel (Dinatrium-Fe-Verbindung der Äthylendiamintetraessigsäure) ebenso gleich wie die Fe-Werte der grünen und vergilbten Blattelemente auch untereinander auf gleicher Höhe lagen. Einen weiteren Beweis für die Aktivitätsbereitschaft des Cofaktors liefert der Wärmebehandlungsversuch, der durch längeres Aussetzen einer geschecktten Pflanze bei einer Temperatur von 36° C zum Wiederergrünen der vergilbten Mosaikanteile und derart zum Verschwinden der Panaschüre führt (Klinkowski, 1958). Der unter virösem Einfluß zustande gekommene und aus der Aktivitätsbereitschaft des Cofaktors interpretierte Ausfall des Enzymproteins ist im Blickfelde des denaturierenden Einflusses atypischer Bindungsverhältnisse vollauf verständlich.

Die Annahme, daß bei der Kalkchlorose im Gegensatz zur Virus-Chlorose keine Veränderung im Bereich des Enzymproteins sondern eine Störung im Aufbau des Cofaktors (Häm) der die Chlorophyllsynthese angenommenermaßen steuernden Katalase vorliegt, dürfte durch die Gegenüberstellung von Versuchsergebnissen der Jahre 1957 (Reckendorfer, 1958), 1959 (Reckendorfer, 1961) und 1960 (Reckendorfer, 1961) erhärtet werden. Es handelt sich dabei durchwegs um Birnbäume aus demselben Versuchsbereich, bei den dunkelgrünen Kontrollblättern und den vergilbten Blättern (Chlorose) aus den Jahren 1959 und 1960 sogar um die jeweils gleichen Bäume. Die tabellarische Zusammenstellung berichtet über die Gesamteisenwerte von dialysierten und derart von wasserlöslichen Fe-Verbindungen befreiten analysengemäß vorbereiteten Birnbaumblättern, wie sie den Infiltrationsquerschnitten am 15. Juli (1957) und 15. September (1959 und 1960) entsprechen.

Birnbaumblätter	% Fe nach der Dialyse		
	1957	1959	1960
Grüne Blätter (Kontrolle)	0·0113	0·0048	0·0073
Vergilbte Blätter (Chlorose)	0·0070	0·0032	0·0045

Dabei fällt sofort auf, daß die dunkelgrünen Kontrollblätter aus dem Jahre 1959 (0·0048% Fe) und die vergilbten Blätter (Chlorose) des Jahres 1960 (0·0045% Fe) fast den gleichen Eisengehalt aufweisen, während die vergilbten Blätter (Chlorose) aus dem Jahre 1957 (0·0070% Fe) einen wesentlich höheren Eisengehalt ergaben als die dunkelgrünen Kontrollblätter von 1959 (0·0048% Fe), dabei aber in ihrem Fe-Wert (0·0070% Fe)

mit den dunkelgrünen Kontrollblättern des Jahres 1960 (0·0073% Fe) wieder fast gleich waren. Interessant ist auch, daß die dunkelgrünen Blätter des gleichen Birnbaumes (Kontrolle) in der Vegetationsperiode 1959 einen Eisengehalt von 0·0048% Fe ergaben, im Jahre 1960 hingegen einen solchen von 0·0073% Fe. Ebenfalls beachtenswert ist das Ansteigen der Eisenwerte der vergilbten Blätter (Chlorose) ein und desselben Birnbaumes von 1959 (0·0032% Fe) auf 1960 (0·0045% Fe). In der außerordentlich niederschlagsreichen Vegetationsperiode des Jahres 1959, wo die vergilbten Blätter (Chlorose) einen erstaunlich geringen Gesamteisengehalt aufwiesen (0·0032% Fe), der von jenem der dunkelgrünen Kontrollblätter (0·0048% Fe) nur um 0·0016% Fe differierte, gelang es auch, durch eine Fe-Chelat-Spritzung (Chlorosemittel) das Eisenvakuum der vergilbten Blätter (0·0016% Fe) auf einen Gesamteisengehalt von gerade 0·0050% Fe aufzufüllen und dabei nicht nur die Niveauhöhe der dunkelgrünen Kontrollblätter (0·0048% Fe) sondern erstmalig auch ihren dunkelgrünen Farbton zu erreichen. Es darf daher angenommen werden, daß in diesem Zwischen-Niveau-Bereich (0·0032—0·0050% Fe) die Synthese des Fe-Protoporphyrin-Komplexes (Cofaktor) und damit das Wiederergrünen bis zur dunkelgrünen Farbnuance sowohl durch die Auffüllung des Eisenvakuums als auch durch die zellphysiologische Bereitstellung einer entsprechenden Menge an Chelatbildner (Protoporphyrin) ermöglicht wurde, zumal bei vorausgegangenen Versuchen (R e c k e n d o r f e r, 1958, 1959) ein Wiederergrünen der Blätter trotz einer Fe-Chelat-Infiltration über den Fe-Wert der Kontrollblätter hinaus jeweils nur bis zu einem hellgrünen Farbton erreicht werden konnte. Die zellphysiologisch einsatzbereite Gesamtmenge an Protoporphyrin, die angenommenermaßen bei den mit Fe-Chelat gespritzten vergilbten Blättern der Vegetationsperiode 1959 erstmals zum Wiederergrünen bis zur dunkelgrünen Farbnuance der Kontrollblätter führte, dürfte ihren scheinbar über den Cofaktor-Anteil hinausreichenden Produktionsanfall von synthetischen Voraussetzungen herleiten, die in den außerordentlich niederschlagsreichen Witterungsverhältnissen des Jahres 1959 ihre Ursache zu haben scheinen. Die große Feuchtigkeit wird durch Blockierung des Eisens im Boden einerseits zu einem Eisenmangel (Eisenvakuum) in den Blättern und damit zum Auftreten der Chlorose geführt haben, anderseits aber dürfte sie intrazellulär wieder jene Bedingungen geschaffen haben, die die Synthese des Chelatbildners (Protoporphyrin) im Hinblick auf die Reaktionsfolge (Protochlorophyll) über den Cofaktor-Anteil hinaus sicherstellten. Dies scheint auch der Grund zu sein, weshalb die vergilbten Blätter auf die Infiltration des Fe-Chelates prompt mit einem Wiederergrünen bis zur dunkelgrünen Farbnuance reagierten. Das Eisenvakuum wurde dabei aufgefüllt und da der zum Einbau des Akzeptors (Fe) notwendige Anteil des Chelatbildners (Protoporphyrin) scheinbar auch für die weitere Reaktionsfolge (Protochlorophyll) über den Cofaktor-Anteil hinaus vorhanden war, stand dem Wiederergrünen bis zur vollen

Farbtiefe der Kontrollblätter nichts mehr im Wege. Der vorstehend skizzierte Verlauf einer zellphysiologisch gesteuerten Verfärbungs-Welle, die in meteorologisch verschiedenen Vegetationsperioden bei abwechselnd fast gleichen Fe-Werten die Blätter einmal im vergilbten Farbton der Chlorose und ein andermal wieder in der dunkelgrünen Farbnuance der Kontrollblätter aufscheinen läßt, scheint die Auffassungen Höfler's zu bestätigen, der schon seinerzeit am Beispiel der Jugendchlorose der Lupine darauf hingewiesen hat (Höfler, 1944), daß die einseitige Erklärung, die Chlorose der Pflanzen auf Kalkböden müsse ausschließlich durch Eisenmangel verursacht sein, als unbefriedigend empfunden würde. Auch Höfler meint, daß das Auftreten der Kalkchlorose irgendwie mit den meteorologischen Verhältnissen zusammenhängen müsse. Da es nach bereits abgehandelten Erkenntnissen (Reckendorfer, 1960) nur bei der Virus-Chlorose unter dem Einfluß der Virus-Nukleinsäure zu einer Denaturierung des Enzymproteins kommen dürfte, scheint die Ursache der Kalkchlorose in einer Störung im Aufbau des Cofaktors (Fe-Protoporphyrin-Komplex) zu liegen, so daß es entweder infolge von Fehlsynthesen zu einem Ausfall des organischen Chelatbildners (Protoporphyrin) oder durch Eisenmangel (Eisenvakuum) zu einem Unterschuß des Akzeptors (Fe) oder zur gleichzeitigen Ermangelung beider kommen kann. Jedenfalls scheint der kritische Punkt sowohl bei der Entstehung als auch bei der Behandlung der Kalkchlorose im Bereich des Chelatbildners (Protoporphyrin) zu liegen.

Fe(III)salze werden unter Fluoreinwirkung in schwerlösliche, farblose, komplexbeständige Eisenfluorverbindungen ($Me_3[FeF_6]$) übergeführt. Auch FeF_2 tritt als selbständiger Komplexbildner auf. Wenn nun der Transpirationsstrom der pflanzlichen Zelle zur Eliminierung des bereits eingeschwemmten Fluorions als schwerlösliches CaF_2 nur ganz ungenügende Mengen an Calciumionen zuführt, so bleibt den nichtblockierten Fluorionen nichts anderes übrig, als sich zunächst mit den anderen schwerlösliche Fluorsalze bildenden Kationen, nämlich Magnesium und Eisen, zu verbinden. Eingangs wurde schon vorweggenommen, daß Katalasen und Peroxydasen durch Inhibitoren (z. B. Fluor), die mit dem Eisen (Akzeptor) der prosthetischen Gruppe reagieren, in ihrer Wirksamkeit gehemmt werden. Bei einer Fluorinfiltration steht daher eine Blockierung des Eisens der prosthetischen Gruppe (Fe-Protoporphyrin-Komplex) der die Chlorophyllsynthese angenommenermaßen steuernden Katalase zu erwarten, so daß es zum Ausfall des Cofaktors (Häm) und damit zum Rückläufigwerden der Chlorophyllsynthese mit allen dem Krankheitsbilde der Fluorchlorose entsprechenden Symptomen kommt. Im Gegensatz zu jenen lokalisierten Vergilbungserscheinungen (Korrosionen), die dadurch zustande kommen, daß das aus einer fluorhältigen Atmosphäre auf die Pflanzensubstanz abgesetzte Fluorion bei unverändert physiologischem Einsatz des Transpirationsstromes infolge Umwandlung des Akzeptors (Fe) in eine komplexe Eisenfluorverbindung und Ausfall des

Cofaktors (Häm) wirksam wird, und zwar bevor noch unter Phäophytinbildung und Braunfärbung das im Chlorophyll (Mg-Chelat) komplex gebundene Mg-Atom als schwerlösliches MgF_2 eliminiert wird, scheint bei der Fluorinfiltration über den Boden, bzw. über die Wurzeln (Reckendorfer, 1957) ebenfalls infolge Komplexsalzbildung die Einschwemmung des Eisens in den Transpirationsstrom gehemmt zu sein, so daß es je nach dem Zeitpunkte der Infiltration entweder zur Entwicklung eines physiologischen Eisenvakuums in den Blättern und zu deren Vergilbung oder bei bereits dunkelgrünen Kontrollblättern entsprechenden aber blockierten Gesamteisenwerten zu einer Totalblattverfärbung kommt, bei der, soferne nicht später unter Phäophytinbildung Braunfärbung auftritt, ebenfalls jenes milde Gelb vorherrscht, das vornehmlich durch die beiden gelben Begleitfarbstoffe des Chlorophylls (Karotin und Xanthophyll) repräsentiert wird.

Das vorstehend skizzierte Bild einer Theorie der Vergilbung geht von der Annahme aus, daß die Störung des zellphysiologischen Gleichgewichtes in den vergilbten Blattanteilen entweder in einer Veränderung in der für sich allein katalytisch unwirksamen prosthetischen Gruppe (Cofaktor) oder im für sich allein ebenfalls inaktiven Enzymprotein der die Chlorophyllsynthese vermutlich steuernden Katalase begründet ist. Diese Hypothese ist als Ausgangspunkt der experimentellen Prüfungen zu betrachten, die ergaben, daß die bei der Virus-Chlorose unter virösem Einfluß zustande gekommene und aus der Aktivitätsbereitschaft des Cofaktors (Häm) interpretierte Abwandlung des Enzymproteins im Blickfelde des denaturierenden Einflusses atypischer Bindungsverhältnisse ebenso verständlich scheint wie die Ursachen der Fluor- und Kalkchlorose nur in einer Störung im Aufbau des Cofaktors (Häm) zu suchen sind.

Zusammenfassung

Es wird angenommen, daß im Cofaktor der die Chlorophyllsynthese vermutlich steuernden Katalase bereits die Vorstufe zu den Protochlorophyllen gegeben ist, mit deren zellphysiologischer Bereitstellung die Biosynthese der Chlorophylle a und b gesichert scheint. Die unter virösem Einfluß zustande gekommene und aus der Aktivitätsbereitschaft des Cofaktors interpretierte Abwandlung des Enzymproteins wird als Ursache der Virus-Chlorose betrachtet, während für das Auftreten der Fluor- und Kalkchlorose eine Störung im Aufbau des Cofaktors verantwortlich gemacht wird.

Summary

It is supposed that the co-factor of catalase which is probably directing chlorophyll synthesis is the stage preceding protochlorophylls and by its cell-physiological preparation the biosynthesis of chlorophyll a and b seems to be safeguarded. The modification of the enzyme protein due to

virus influence and interpreted from the readiness for activity of the co-factor is considered to be the cause for virus chlorosis; on the other hand a disturbance in the system of the co-factor is considered to be responsible for the appearance of fluor and lime chlorosis.

Literaturnachweis

Höfler, K. (1944): Über Kalkchlorose und Calciose im Jahre 1941 und W. S. Iljins biochemische Untersuchungen. Phytopathologische Zeitschrift, **14**, 192—203.

Iljin, W. S. (1942): Die Kalkchlorose der Pflanzen und ihre Biochemie. Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik, **90**, 464—529.

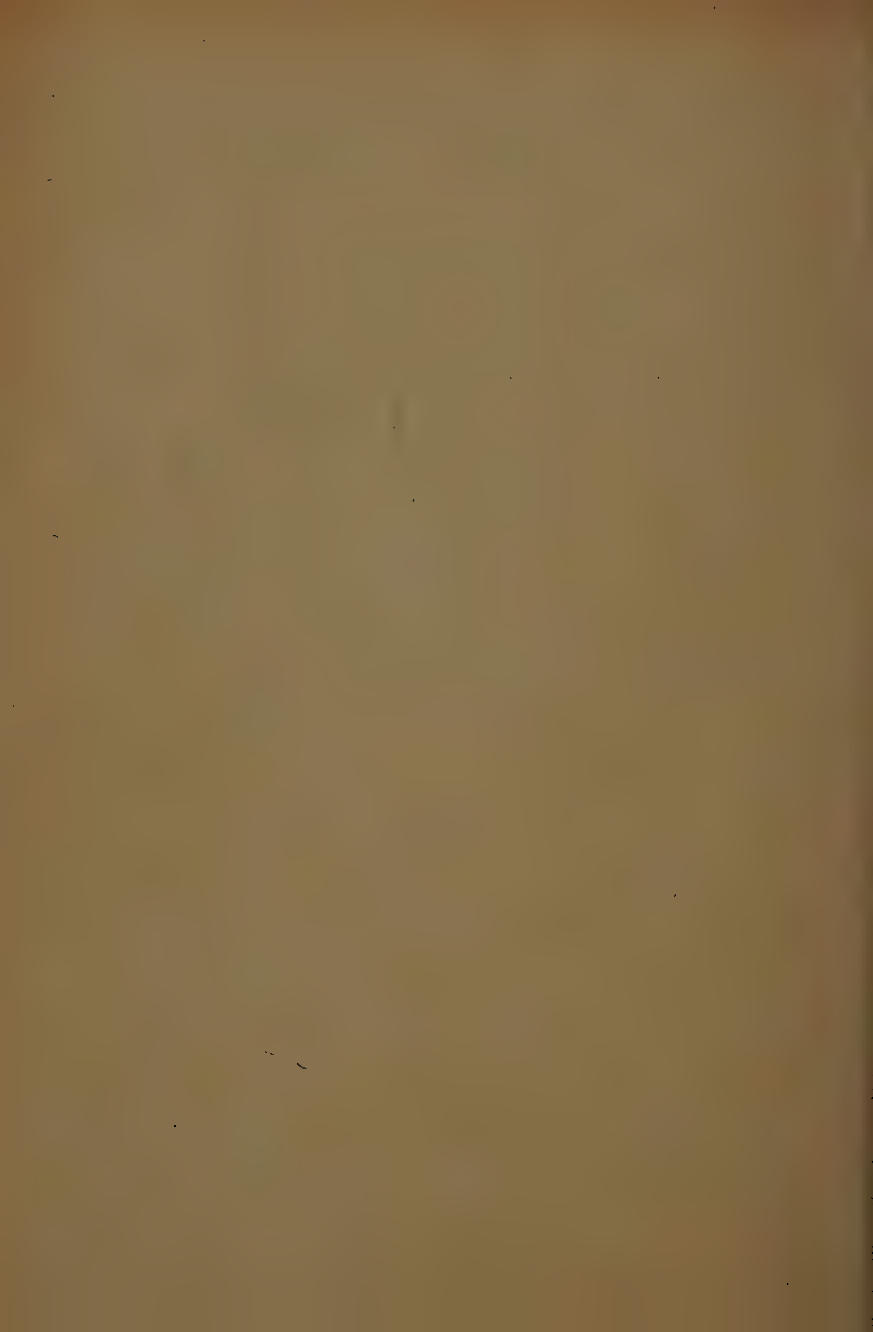
Klinkowski, M. (1958): Pflanzliche Virologie. Band I. Einführung in die allgemeinen Probleme. Akademie-Verlag, Berlin.

Reckendorfer, P. (1957): Über das Fluor-Eisen-Gleichgewicht in der pflanzlichen Zelle. Ein Beitrag zur Mikrochemie der Chlorose. Pflanzenschutzberichte, **19**, 135—144.

Reckendorfer, P. (1958, 1959 und 1961): Die Kalkchlorose in ihren Beziehungen zum Eisen. Pflanzenschutzberichte, **21**, 33—43; **22**, 137—143; **26**, 65— 81.

Reckendorfer, P. (1960): Die Viruschlorose in ihren Beziehungen zum Eisen. Das Enzymprotein. Modellversuch mit *Abutilon striatum*. Pflanzenschutzberichte, **24**, 73—81.

Shemin, D. (1953): J. Am. chem. Soc. **75**, 4873.



(Aus der Bundesanstalt für Pflanzenschutz, Wien)

Das Problem der Pflanzenschutzmittelrückstände in europäischer Sicht

Von
Ferdinand Beran

Inhalt

1. Einleitung.
2. Eigene Untersuchungen:
   2,1) Methodik.
   2,2) Bestimmung von Pflanzenschutzmittelrückständen auf Äpfeln und Birnen aus eigenen Versuchen und Bekämpfungsversuchen gegen *Carpocapsa pomonella.*
   2,3) Rückstandsuntersuchungen an Kirschen aus Versuchen gegen *Rhagoletis cerasi.*
   2,4) Rückstandsbestimmungen in Plantagenobst.
   2,5) Untersuchungen von Marktobst.
   2,6) Rückstandsuntersuchungen an Weintrauben.
   2,7) Rückstandsuntersuchungen im Gemüsebau.
   2,8) Besprechung der Ergebnisse.
3. Regelung des Rückstandsproblems in Europa.
4. Zusammenfassung (Summary).
5. Literatur.

1. Einleitung

Die Einführung vieler neuer insektizider und fungizider chemischer Stoffe in die Pflanzenschutzpraxis rückte das Problem der Gesundheitsgefährlichkeit von Pflanzenschutzmittelrückständen, vorher fast ausschließlich im Zusammenhang mit der Arsenanwendung bearbeitet, wieder in den Vordergrund. Es ist sowohl für Pflanzenschutzmittelhersteller als auch für Pflanzenschutzmittelprüfstellen zur Selbstverständlichkeit geworden, die Rückstandsfrage bei Einführung eines neuen Pflanzenschutzmittels in den Empfehlungen auf Grund experimenteller Befunde entsprechend zu berücksichtigen. Das Schrifttum über das Rückstandsproblem ist in den letzten Jahren sehr umfangreich geworden, wie besonders eine in dankens-

werter Weise von H. Z e u m e r (1958) ausgearbeitete Literaturübersicht zeigt.

Für die Bearbeitung des **Rückstandsproblems** sind vor allem zwei Begriffe von Bedeutung: Die sogenannten **Toleranzen,** das sind die in den Ernteprodukten, vom hygienischen Standpunkt aus gesehen, duldbaren Rückstandsmengen der einzelnen Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und die **Karenzfristen** (= minimum days between last application to harvest or feeding = cut-off date), das sind die Wartezeiten, die zwischen letzter Pflanzenschutzmittelanwendung und Ernte einzuhalten sind. Nach unserer Auffassung kann die Festlegung von Toleranzen nicht dem Zwecke dienen, eine Verantwortlichkeit der Landwirte zu postulieren, sie soll vielmehr eine Grundlage schaffen zur Erstellung der Arbeitsbedingungen für die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, die das Verbleiben gesundheitsbedenklicher Pflanzenschutzmittelrückstände ausschließen. Es erscheint weder dem Landwirt zumutbar, Ernteprodukte vor der Ernte oder Vermarktung einer Rückstandsbestimmung zuzuführen, deren Ergebnis erst über die Zulässigkeit der Inverkehrsetzung des Erntegutes zu entscheiden hätte, noch ist überhaupt eine auch nur einigermaßen zweckerfüllende allgemeine Rückstandskontrolle unter den Verhältnissen der meisten europäischen Länder denkbar, ganz abgesehen von methodischen Schwierigkeiten, die einer solchen Kontrolle große Unsicherheitsmomente verleihen müßten. Hingegen erscheint der Weg durchaus gangbar, Karenzfristen mit großem Sicherheitswert vorzuschreiben, die auf Grund eingehenden Studiums des Rückstandsproblems unter verschiedenen klimatischen und pflanzenschutzlichen Arbeitsbedingungen und selbstverständlich unter Berücksichtigung der Toleranzwerte zu erstellen sind.

Sowohl hinsichtlich der Toleranzen, als auch der Karenzfristen erscheint es nützlich, sich zunächst über die Grundsätze zu einigen, die für die Festlegung dieser Größen maßgebend sein müssen, dies insbesondere im Hinblick auf eine anzustrebende internationale Regelung des Problems.

Die Beurteilung der Pflanzenschutzmittelrückstände in Ernteprodukten auf Grund festgelegter Toleranzen fußt auf dem alten Grundsatz, den P a r a c e l s u s mit „sola dosis facit venenum" formuliert hat, wonach also toxische Wirkungen nicht durch den Stoff, sondern durch die Giftdosis definiert sind. Nun vertritt der deutsche Pharmakologe E i c h h o l t z (1958) unter Hinweis auf die neuen Erkenntnisse über **Summationsgifte** die Auffassung, daß dieser Grundsatz völlig überholt sei. Er selbst aber erklärt an gleicher Stelle „heute sind wir für bestimmte chemische Stoffe zur Auffassung des Giftes an sich zurückgekehrt, wenn auch allerkleinste Dosen in praktischer Hinsicht total unwirksam sein können". Damit widerspricht sich Eichholtz insofern, als er den Begriff der Dosis, den er als Definition einer Giftwirkung ablehnt, doch wieder anwendet. Er weist damit richtigerweise darauf hin, daß auch ein Summationsgift einen Schwellenwert besitzt, der selbstverständlich sowohl hinsichtlich der

Dosis, als auch hinsichtlich der Zahl der Giftaufnahmen gegeben sein muß, welche aber letzten Endes auch wieder eine Dosis (Summendosis) ergeben. Es besteht daher wohl kein Zweifel, daß Mengenangaben nach wie vor die Grundlage der Rückstandsfrage bilden müssen, wobei aber selbstverständlich bei Festsetzung der Toleranzen die Eigenschaft der Summation von Wirkungen mitzuberücksichtigen ist. Anderseits darf allerdings nicht übersehen werden, daß auch, wenn die Festsetzung der Toleranzen mit größter Sorgfalt und Vorsicht geschieht, die Bedenken gegen Pflanzenschutzmittelrückstände nicht aus der Welt geschafft werden, da insbesondere bei Summationsgiften die einwandfreie Feststellung der völligen Harmlosigkeit bestimmter Mengen schwer zu erbringen sein wird, und auch die Gefahr allergischer Erkrankungen durch kleine, toxikologisch unbedenkliche Rückstandsmengen nicht auszuschließen ist (Bär 1961). Ferner ist auch von unserer Seite dem Verlangen Verständnis entgegen zu bringen, daß in Nahrungsmitteln möglichst keine Fremdstoffe, auch wenn sie nicht schädlich sind, enthalten sein sollten.

Aus dieser Überlegung ergibt sich für den Pflanzenschutz die Zielsetzung, die Arbeit, wo es ohne Gefährdung des Pflanzenschutzzweckes angängig ist, so einzurichten, daß möglichst überhaupt keine Pflanzenschutzmittelrückstände in den Ernteprodukten verbleiben und nur, wenn dies nicht möglich ist, daß sich die Rückstände in dem zulässigen Bereich, der also zwischen der Null- und Toleranzgrenze liegt, mehr der ersteren als der letzteren nähern sollten.

Für viele Kulturen läßt sich das Idealziel (praktisch keine Rückstände) erreichen; unter unseren Arbeitsverhältnissen trifft dies für **Getreide, Zuckerrübe** (mit Ausschluß der Blätter), **Kartoffeln, Wein** und durchschnittlich auch für **Futterpflanzen** zu.

Eines besonderen Studiums bedarf hingegen das Problem für **Gemüse und Obst.**

Hinsichtlich der Höhe der **Toleranzen** stützen wir uns in Europa zur Zeit vornehmlich auf die in den USA für Pflanzenschutzmittelrückstände geltenden Werte (Tab. 1), die aber, da bei deren Festsetzung neben den selbstverständlich ausschlaggebenden toxikologischen Gesichtspunkten auch die Arbeitsverhältnisse im Pflanzenschutz Berücksichtigung finden, vor allem dem Stande des Pflanzenschutzes in den USA Rechnung tragen. Die Berücksichtigung der Pflanzenschutzverhältnisse bei Aufstellung der Toleranzen ist so zu verstehen, daß es wenig sinnvoll wäre, Grenzwerte in einer Höhe vorzuschreiben, die zwar vom hygienischen Standpunkt duldbar ist, in der Praxis aber niemals auch nur annähernd erreicht wird. Von diesem Gesichtspunkt aus scheinen die USA-Toleranzen für europäische Verhältnisse überprüfungsbedürftig, da zweifellos unter den amerikanischen Arbeitsverhältnissen mit sehr intensivem Pflanzenschutz durchschnittlich höhere Rückstände auf den Ernteprodukten verbleiben dürften,

als dies in Europa der Fall ist, worauf schon H. Zeumer (1959) hingewiesen hat. Es ist daher zu prüfen, ob nicht unter europäischen Bedingungen, besonders für Pflanzenschutzstoffe, die infolge ihrer hohen Toxizität oder besonderer Eigenschaften (z. B. Speicherung in Körperorganen, Geschmacksbeeinflussungen) erhöhte Vorsicht erfordern, die festgelegten Toleranzgrenzen ohne Gefährdung der Pflanzenschutzarbeit herabgesetzt werden könnten. Die Wirkungsdauer eines Wirkstoffes allerdings soll meines Erachtens die Festsetzung der Toleranzgrenzen nicht beeinflussen, denn diese können nicht höher gehalten werden als dies vom Standpunkt des Gesundheitsschutzes zulässig ist, etwa in der Erwartung, daß zur Zeit des Genusses der Ernteprodukte schon wieder ein erheblicher Teil des Rückstandes abgebaut sein wird. Den Toleranzen muß die Annahme zugrundeliegen, daß die tolerierten Rückstandsmengen tatsächlich zur Zeit des Konsums der Ernteprodukte vorhanden sein dürfen; nach Aufnahme einer bestimmten Giftmenge ist es ohne Belang, ob diese Menge, wenn der Konsum unterblieben wäre, noch wochenlang erhalten geblieben oder in wenigen Tagen zersetzt worden wäre. Es wäre denkbar, für Produkte, denen keine besondere chronische Giftigkeit eigen ist, eine bestimmte Relation zwischen der akuten Giftigkeit (z. B. LD_{50}-Werte per os Ratte) und der Toleranzgrenze zu bestimmen; für Stoffe mit hoher chronischer Toxizität allerdings müssen die Toleranzen niedriger, als dieser Relation entspräche, festgelegt werden.

Tabelle 1

In den USA geltende Toleranzen für wichtige Pflanzenschutzstoffe*)

Typenbezeichnung	Toleranz in ppm	Typenbezeichnung	Toleranz in ppm
Aldrin	0·1 0·25	Lindan	10
Aramite	0	Malathion	8
Bleiarseniat	7	Maneb	7 10
Captan	100	Metasystox	0·75 1·25
Chlordan	0·3	Nikotin	2
Cyprex	5	Parathion	1
DDT	7	Perthane	15
Diazinon	0·75	Phosdrin	0·25
Dieldrin	0·1 0·25	Rhothane	7
Dinitrobutylphenol	0	Sevin	10
Dinitroorthocresol	0	Thiram	7
Dipterex	1	Toxaphen	7
Endrin	0	Zineb	7
Gusathion	2	Ziram	7
Hexachlorcyclohexan	5	2,4-D	5
Kelthane	5 10		

*) Die Toleranzwerte sind in den USA für manche Stoffe nach Ernteprodukten differenziert. In solchen Fällen sind in obiger Zusammenstellung die Mindest- und Höchstwerte angegeben; genauere Angaben siehe „Official FDA tolerances 1960".

Anderseits erscheint es mir nicht angebracht, für Stoffe sehr geringer Toxizität überhaupt Toleranzen vorzuschreiben, da diese in Berücksichtigung der geringen Giftigkeit extrem hoch festzulegen wären und niemals, auch nicht als Initialbelag, auch nur annähernd in der Praxis erreicht werden können. Als Beispiel sei die Festlegung einer Toleranz von 100 ppm für Captan angeführt. Im übrigen dürften doch 100 mg Fremdstoffe in 1 kg Lebensmittel, wenn auch vielleicht toxikologisch unbedenklich, für jeden Fall unerwünscht sein, weshalb grundsätzlich derartige hohe Toleranzen abzulehnen sind.

Bezüglich der Karenzfristen darf vom Standpunkt des praktischen Pflanzenschutzes und der Pflanzenschutzberatung die Forderung gestellt werden, die Wartefristen so übersichtlich als möglich zu regeln, jedenfalls so, daß ihre Einhaltung nicht umfassende Kenntnisse und die Benutzung komplizierter Behelfe voraussetzt.

Weiters meine ich, daß die Wartefristen, soweit als es die Pflanzenschutzarbeit nur zuläßt, gestreckt werden sollten und daß vor allem auf extrem kurze, nur in Berücksichtigung der Lebensdauer des Wirkstoffes auf der Pflanze festgelegte Fristen (z. B. nur wenige Tage) so weit als möglich verzichtet werden sollte, da einerseits die Durchführung von Pflanzenschutzbehandlungen so kurz vor der Ernte selten erforderlich ist und im allgemeinen auch wirtschaftlich nicht vertreten werden kann und anderseits eine solche Behandlung im Hinblick auf das Hinterlassen großer Rückstandsmengen von Hilfsstoffen auf den Pflanzen der Forderung nach möglichst fremdstofffreien Ernteprodukten widerspricht. Die Außerachtlassung der Hilfsstoffe (Streckmittel, Netzmittel, Emulgatoren, Haftmittel) bei Betrachtung des Rückstandsproblems könnte im übrigen zu unliebsamen Überraschungen führen, wie der Fall der schädlichen Auswirkung eines zur Margarineerzeugung verwendeten Emulgators zeigte. Nach unseren vorliegenden Erfahrungen gibt es nur wenige Fälle im Pflanzenschutz, die eine Behandlung der Pflanzen in kürzerer Frist als drei Wochen vor der Ernte erfordern.

Anderseits sollen aber die Wartefristen auch die Möglichkeit nicht ganz ausschließen, den Pflanzenschutzzweck zu erreichen, wenn dies nur durch Behandlungen möglich ist, die wenige Tage vor der Ernte auszuführen sind. Dies sind die Überlegungen, die der Festlegung der Wartefristen nach unserer Auffassung zugrundegelegt werden sollten.

Im folgenden werden Beispiele aus eigenen Rückstandsuntersuchungen gebracht. Im Anschluß an die Kommentierung der Ergebnisse werden die Möglichkeiten der internationalen Regelung des Rückstandsproblems unter besonderer Berücksichtigung europäischer Verhältnisse und der bereits vorliegenden Vorschriften diskutiert.

2. Eigene Untersuchungen

2,1) Methodik

Zur Bestimmung der Wirkstoffe in den Rückständen wurden durchwegs bekannte chemische, enzymatische und biologische Methoden herangezogen, und zwar

Chemische Methoden:

DDT: Kolorimetrische Bestimmung nach Schechter, Soloway, Hayes, Haller (1945);

Parathion: Kolorimetrische Bestimmung nach P. R. Averall und M. V. Norris (1948) in der Modifikation nach H. Zeumer und W. Fischer (1952);

Parathion u. a. Phosphorinsektizide sowie **Sevin:** Cholinesterase-Aktivitätsbestimmung (s. A. Meyer u. W. Wilbrandt, 1954);

HCH: Kolorimetrische Bestimmung nach M. S. Schechter und L. Hornstein (1952).

Biologische Methoden:

Drosophila- und Aedestest (siehe Beran-Glofke, 1959).

Wesentlich für den Erfolg der Rückstandsuntersuchung ist selbstverständlich die möglichst quantitative, den Wirkstoff aber schonende Extraktion des gesuchten Stoffes aus dem Ernteprodukt. Dies ist nicht leicht erreichbar, wenn vermieden werden soll, daß größere Mengen die Rückstandsbestimmungen störender Inhaltsstoffe der Früchte in den Extrakt gelangen. Zeumer und Neuhaus (1959) haben in Verfolgung dieser Zielsetzung eine einfache, schonende Extraktionsmethode angegeben, die jedoch in unseren Vergleichsversuchen nicht befriedigende Ausbeuten an extrahiertem Insektizid ergab. Ich habe daher einen Extraktionsapparat herstellen lassen, der es ebenfalls gestattet, unzerkleinerte Früchte unter Vermeidung zu großer Verluste zu extrahieren (Abb. 1); er besteht aus einem zirka 800 ml fassenden zylindrischen, unten konisch verlaufenden Extraktionsgefäß, dem ein dicht schließender konischer Rillendeckel aufgeschliffen ist, der durch einen aufgesetzten Normalschliff-Rückflußkühler abgeschlossen wird. Der Glasschliff des Kühlers läuft unten in einen in das Extraktionsgefäß hineinragenden Glashaken aus, der zum Einhängen des Extraktionsgutes dient. Der ganze Apparat ist aus Jenaer Glas hergestellt.

Folgendes Extraktionsverfahren hat sich als zweckmäßig erwiesen: Etwa 150 g Früchte (unzerkleinert) werden mit 50 ml Petroläther 30 Minuten hindurch extrahiert. Der Extrakt wird mit Na_2SO_4 getrocknet, filtriert und auf 100 ml aufgefüllt. Je nach den im Anschluß daran zur Anwendung kommenden Bestimmungsverfahren wird dann am Wasserbad eingeengt oder im Vakuumexsikkator zur Trockene eingedampft. Die Bestimmung des Rückstandes erfolgt dann nach den eingangs angeführten chemischen, enzymatischen oder biologischen Methoden.

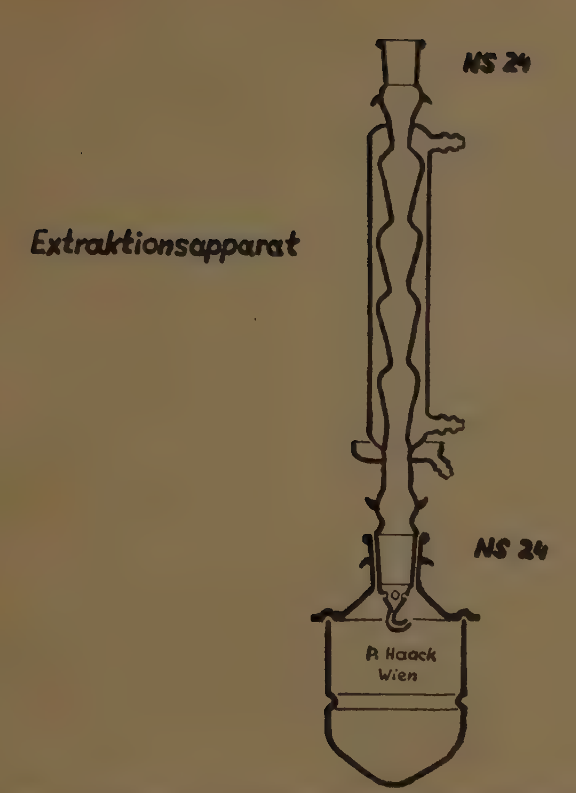


Abb. 1. Apparat zur Extraktion unzerkleinerter Früchte

2,2) Bestimmung von Pflanzenschutzmittelrückständen auf Äpfeln und Birnen aus eigenen Versuchen und Versuchen zur Bekämpfung von ***Carpocapsa pomonella***

Es erscheint zur Beurteilung der Zweckmäßigkeit und Erfüllbarkeit der Toleranzen von Interesse, die an den Früchten haftenden Höchstmengen von Pflanzenschutzstoffen festzustellen. Zu diesem Zwecke wurden Äpfel der Sorte Landsberger Reinette mit Hilfe einer Handspritze im Laboratorium im Überschuß mit den zur Bekämpfung von *Carpocapsa pomonella* verwendeten Insektiziden Gesarol 50 (50% DDT) in 0'2% und E 605 f (47% Parathion) in 0'04% bespritzt, so daß die Früchte allseits optimal benetzt erschienen. Die Rückstandsbestimmungen erfolgten einmal 5 Stunden nach der Behandlung (Initialbelag) und in einer zweiten Reihe

drei Wochen später, nach Aufbewahrung in einem auf 12° C gehaltenen Kühlraum. Die Ergebnisse dieses Versuches zeigt Tabelle 2.

Tabelle 2

Rückstände von DDT und Parathion auf Äpfeln nach Überschußspritzung

Behandlung	Intervall zwischen Behandlung und Analyse	Rückstände in ppm Probe 1	2	3	Mittel
0'2% Gesarol 50	5 Stunden	4'93	2'96	2'48	3'46
	3 Wochen	2'48	1'46	2'43	2'12
0'04% E 605 f	5 Stunden	0'70	0'72	0'84	0'75
	3 Wochen	0'46	0'79	0'58	0'61

Die Zahlen zeigen, daß selbst unter den für die Bildung und Erhaltung hoher Rückstände idealen Verhältnissen dieses Modellversuches schon die Initialbeläge durchwegs unter den Toleranzgrenzen von 7 ppm für DDT und 1 ppm für Parathion lagen und die Erfüllung der Toleranzen demnach ohneweiters möglich erscheint; der Rückgang der Rückstandswerte innerhalb von drei Wochen war, allerdings unter Ausschluß von Sonnen- und Niederschlagseinwirkung, verhältnismäßig gering.

Tabelle 3

Insektizidrückstände auf Äpfeln nach Bekämpfung der 1. und 2. Generation von ***Carpocapsa pomonella***

Insektizidbehandlung siehe Tabelle kombiniert mit Orthocid (Captanprodukt) (1. Behandlung) und mit Fuclasin (Ziramprodukt) (2. und 3. Behandlung)

Sorte: Landsberger Reinette Hochstamm

Behandlungen: **21. Juni, 8. Juli, 26. August**

Ernte: 27. September (32 Tage nach letzter Behandlung)

Behandlung	ppm Rückstand Probe 1	2	3	Mittel
0'2% Gesarol 50 (50% DDT)	2'80	1'96	2'29	2'35
0'03% E 605 f (47% Parathion)	0'01	0	0'03	0'01
0'2% Ravin (50% Sevin)	0'17	0'15	0'20	0'17
Unbehandelte Äpfel (Kontrolle) . . .				0
Äpfel unbehandelt + 0'3 ppm DDT zum Extrakt				0'28
Äpfel unbehandelt + 0'035 ppm Parathion zum Extrakt				0'032
Äpfel unbehandelt + 0'17 ppm Sevin zum Extrakt				0'18

Niederschlagsmengen:

Zwischen 1. und 2. Behandlung . . . . 47'9 mm
Zwischen 2. und 3. Behandlung . . . . 110'3 mm
Zwischen 3. Behandlung und Ernte . . . . 67'1 mm

In Tabelle 3 sind Rückstandswerte aus einem Bekämpfungsversuch der Bundesanstalt für Pflanzenschutz gegen *Carpocapsa pomonella* für DDT, Parathion und Sevin dargestellt, drei Insektizide, die für diesen Bekämpfungszweck gut brauchbar sind. Die Versuchsanordnung entsprach hinsichtlich der Termine und Zahl der Behandlungen den durchschnittlichen Verhältnissen unseres Landes; bei sorgfältiger Beobachtung des Apfelwicklerfluges und Berücksichtigung der Flugdaten bei Wahl der Bekämpfungstermine kann auch bei starkem Befall mit drei richtig gelegten Behandlungen, wie sie in dem Versuch durchgeführt wurden, ein ausreichender Bekämpfungserfolg erzielt werden.

Die DDT-Werte liegen durchwegs wesentlich höher als sie z. B. W. Fischer (1954) sowie H. Zeumer und K. Neuhaus (1959) gefunden haben, doch war in beiden Untersuchungsreihen die Zeitspanne zwischen letzter Behandlung und Ernte wesentlich größer als in unseren Versuchen. Da in den meisten Fällen die zweite Generation der Obstmade auch zu bekämpfen ist, können kaum Wartezeiten von 7 bis 14 Wochen beansprucht werden, wie sie den Ergebnissen der erwähnten Arbeiten zugrunde liegen.

Die festgestellten **DDT-Rückstände von 2·35 ppm** im Mittel liegen wohl weit unter der Toleranzgrenze von 7 ppm, ich möchte sie aber noch als unerwünscht hoch bezeichnen. Vernachlässigenswert gering waren die Rückstände von Parathion und Sevin.

Ein anderer Versuch zur Bekämpfung von *Carpocapsa pomonella* mit einer Bekämpfungsfolge, wie sie wohl nur für einzelne Gebiete mit sehr schwachem, nicht bekämpfungswürdigem Auftreten der zweiten Apfelwicklergeneration typisch ist (z. B. Voralpengebiet), brachte die in Tabelle 4 zusammengestellten Ergebnisse.

Tabelle 4

Insektizidrückstände auf Äpfeln nach Bekämpfung der 1. Generation von ***Carpocapsa pomonella***

Sorte: Landsberger Reinette Hochstamm
Behandlungen: 23. Juni und 13. Juli stets mit Orthocidzusatz (Captan)
Ernte: 30. September (79 Tage nach letzter Behandlung)
Niederschlagsmengen: Zwischen 1. und 2. Behandlung 71·2 mm; zwischen 2. Behandlung und Ernte 229·8 mm

Behandlung	ppm Rückstand Probe 1	2	3	Mittel
0·2% Gesarol 50 (50% DDT) . . .	0·32	0·28	0·58	0·39
0·03% E 605 f (47% Parathion) . .	0	0	0	0
0·4% Bleiarseniat	<0·02	<0·02	<0·02	<0·02 (As_2O_3)
Unbehandelte Äpfel (Kontrolle) .				0
Äpfel unbehandelt + 0·27 ppm DDT zum Extrakt				0·25
Äpfel unbehandelt + 0·07 ppm Parathion zum Extrakt . . .				0·07

Tabelle 5

Rückstände auf Obst nach Behandlungen mit 0·04% E 605 forte gegen *Carpocapsa pomonella*

Obstsorte	Gefunden ppm Parathion: 1. Behandlung			2. Behandlung*)			3. Behandlung**)				
	Unmittelbar nach der 1. Spritzung	1 Woche nach der 1. Behandlung	2 Wochen nach der 1. Behandlung	Unmittelbar nach der 2. Behandlung	1 Woche nach der 2. Behandlung	2 Wochen nach der 2. Behandlung	Unmittelbar nach der 3. Behandlung	1 Woche nach der 3. Behandlung	2 Wochen nach der 3. Behandlung	3 Wochen nach der 3. Behandlung	4 Wochen nach der 3. Behandlung
Cox Orange	0·15	0	0	0·05	0·04	0	0·1	0·06	0·038	0·021	0·015
Landsberger Reinette	0·16	geringe Spuren	0	0·08	0·02	0·01	0·07	0·05	0·026	0·017	0·015
Gellerts Butterbirne . . .	0·12	geringe Spuren	0	0·05	0·03	0	0·06	0·01	Früchte bereits abgeerntet	—	—
Unbehandelt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Niederschlagsmenge seit der letzten Analyse in mm . .		10·7	2·4		5·4	3·9		13·3	17·9	2·5	34·8

*) 2 Wochen nach der ersten Behandlung.
**) 2 Wochen nach der zweiten Behandlung.

Tabelle 6

Rückstände auf Obst nach Behandlungen mit 0·2% Gesarol 50 gegen *Carpocapsa pomonella*

Obstsorte	Gefunden ppm DDT: 1. Behandlung			2. Behandlung*)								
	Unmittelbar nach der 1. Behandlung	1 Woche nach der 1. Behandlung	2 Wochen nach der 1. Behandlung	Unmittelbar nach der 2. Behandlung	1 Woche nach der 2. Behandlung	2 Wochen nach der 2. Behandlung	3 Wochen nach der 2. Behandlung	4 Wochen nach der 2. Behandlung	5 Wochen nach der 2. Behandlung	6 Wochen nach der 2. Behandlung	8 Wochen nach der 2. Behandlung	10 Wochen nach der 2. Behandlung
Jonathan	2·0	1·74	1·89	3·82	3·55	3·89	0·84	0·33	0·39	0·35	0·52	0·46
Cox Orange . . .	5·36	2·21	1·16	4·26	8·63	3·44	1·85	0·33	0·88	0·55	0·65	keine Früchte mehr
Gellerts Butterbirne . .	3·11	2·51	1·91	4·32	2·83	3·25	keine Früchte mehr	—	—	—	—	—
Unbehandelt . .	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Niederschlagsmenge seit der letzten Analyse in mm		5·4	3·9		2·0	17·9	2·5	34·8	13·2	0	15·8	10·1

*) 2 Wochen nach der ersten Behandlung.

In diesen Versuchen zeigen sich die Auswirkungen einer extrem langen Wartezeit, wie sie bei Behandlung von Spätsorten nur gegen die erste Generation von *Carpocapsa pomonella* zur Verfügung stehen. Alle Bestimmungen lieferten hygienisch belanglose Rückstandswerte.

Das Rückstandsverhalten von DDT und Parathion an Apfel und Birne in Abhängigkeit von der Zahl der Behandlungen und den Zeitspannen zwischen Behandlung und Analyse zeigen die in den Tabellen 5 und 6 wiedergegebenen Untersuchungsergebnisse.

Der DDT-Versuch bestätigte wieder die große Persistenz dieses Insektizids und wohl auch die Berechtigung der Vorschreibung einer Wartefrist von mindestens 5 Wochen für DDT, wobei nochmals die Zielsetzung unterstrichen sei, die Rückstände näher der 0- als der Toleranzgrenze zu halten. Der mit E 605 durchgeführte Versuch brachte durchwegs günstige Werte und bestätigte die für dieses Insektizid geringe Rückstandsgefahr bei Anwendung zu Äpfeln und Birnen.

2,3) Rückstandsuntersuchungen an Kirschen aus Versuchen gegen *Rhagoletis cerasi*

Besonders wichtig erscheint das Studium des Rückstandsproblems im Zusammenhang mit der Bekämpfung von *Rhagoletis cerasi*, da bei dieser Maßnahme eine kurze Wartezeit in Anspruch genommen werden muß.

In den Tabellen 7 und 8 sind Ergebnisse von Rückstandsuntersuchungen aus Versuchen unserer Anstalt zur Bekämpfung der Kirschfliege dargestellt.

Tabelle 7

Rückstände auf Kirschen nach Behandlungen gegen *Rhagoletis cerasi*

Behandlungen: 20. Juni 0·2% Gesarol 50 (50% DDT) + 0·1% Netzmittel Geigy 0·03% E 605 forte (47% Parathion) + 0·1% Netzmittel Geigy
Ernte: 6. Juli.
Analyse: 20. bis 21. Juli (Lagerung nach der Ernte im Kühlraum bei zirka 6° C) Regenmenge zwischen Behandlung und Ernte: 16·9 mm.

Gefunden ppm			
DDT	Unbehandelte Kirschen + 0·14 ppm DDT zum Extrakt (Kontrolle)	Parathion	Unbehandelte Kirschen + 0·1ppm Parathion zum Extrakt (Kontrolle)
1·33	0·13	0·027	0·09

Auch die Ergebnisse dieser Untersuchungen lieferten durchwegs unter den Toleranzgrenzen liegende Werte, brachten aber die gute Persistenz von DDT und den raschen Abbau von Parathion zum Ausdruck. Bemerkenswert groß ist der Unterschied zwischen den DDT-Rückständen der gespritzten und der vernebelten Kirschen. Der wesentlich gerin-

Tabelle 8

Rückstände auf Kirschen nach Behandlungen gegen *Rhagoletis cerasi*

Behandlungen am 29. Mai und 5. Juni	gefunden ppm 15. Juni	22. Juni	1. Juli
DDT-Nebel (= 15% DDT gelöst in Trichloräthylen) . . .	0·19	0·20	0·03
0·2% Gesarol 50	1·2	2·47	1·76
0·03% E 605 forte	0·2	0·1	0·03

Niederschlagsmengen
zwischen letzter Behandlung und erster Probeziehung . . 111·0 mm
zwischen 1. und 2. Probeziehung . . . . 0·5 mm
zwischen 2. und 3. Probeziehung . . . . 61·2 mm

gere Rückstand der letzteren manifestierte sich aber auch in einer deutlich schlechteren Wirkung dieses Verfahrens gegen Kirschfliege und zeigt die Schwierigkeiten einer richtigen Dosierung bei Anwendung des Vernebelungsverfahrens auf. In unserem Versuch war zweifellos die Einwirkungszeit für den Nebel zu kurz bemessen.

2,4) Rückstandsbestimmungen in Plantagenobst

Im folgenden seien einige Beispiele von Rückstandsuntersuchungen gebracht, die an Früchten aus Plantagen zur Zeit der Normalernte ausgeführt wurden. Es handelt sich um Kulturen, die sehr intensive Behandlungen mit Pflanzenschutzmitteln in bekannter und praktisch üblicher Spritzfolge erfahren hatten.

Untersuchungsreihe 1

Proben der Apfelsorte Berlepsch aus einer Plantage, in der folgende Behandlungen durchgeführt wurden:

2 Vorblütenspritzungen mit Kupfermitteln,
7 Nachblütenspritzungen mit verschiedenen synthetischen Fungiziden;
für die 1. Nachblütenspritzung (22. Mai) Zusatz von 0·1% Metasystox (50% WSt.),
für die 3. Nachblütenspritzung (12. Juni) Zusatz von 0·2% Gesarol 50 (50% DDT),
für die 6. Nachblütenspritzung (30. Juli) Zusatz von 0·1% E 605 Spritzmittel (10% Parathion).

Die beschriebenen Behandlungen wurden im Rahmen eines in 20 Parzellen angelegten Versuches durchgeführt, die alle durchwegs die gleiche Insektizidbehandlung (siehe oben) erhielten; lediglich die Fungizide variierten. Die Analysen wurden an den Früchten jeder Parzelle getrennt durchgeführt, so daß ein Versuch in 20facher Wiederholung vorliegt. Zur Untersuchung wurden die Früchte zunächst oberflächlich mit Petroläther abgewaschen, danach wurden die abgewaschenen Früchte

geschält und schließlich erfolgte die Ablösung einer etwa 1 mm dicken Schicht des Fruchtfleisches. Sowohl die Schalen, als auch das so gewonnene Fruchtfleisch wurden mit Petroläther extrahiert. Die aus diesen drei Vorgängen stammenden Petrolätherlösungen dienten getrennt der Analyse nach Zeumer und Fischer auf Parathion.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigt Tabelle 9.

Tabelle 9

Parathiongehalt von Plantagenäpfeln

Nr.	Oberfläche	Schale	Fruchtfleisch	Summe
	Parathiongehalt in µg/kg			ppm Parathion
1	0	8	6	0·014
2	0	0	0	0
3	0	0	9	0·009
4	0	0	10	0·01
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	4	0	0	0·004
8	0	0	9	0·009
9	4	0	0	0·004
10	0	0	0	0
11	0	0	0	0
12	0	6	6	0·012
13	0	0	0	0
14	0	0	0	0
15	5	0	0	0·005
16	0	0	0	0
17	5	0	0	0·005
18	0	0	0	0
19	0	0	0	0
Kontrolle	0	0	0	0

Die Analysen bestätigen die Richtigkeit der Beobachtung einer Tiefenwirkung von Parathion gegen *Carpocapsa pomonella,* da der Wirkstoff auch im Fruchtfleisch, ja dort sogar häufiger als an der Oberfläche, nachweisbar war. Für DDT konnte eine ähnliche Feststellung nicht gemacht werden, da die DDT-Rückstände im Hinblick auf die lange Zeitspanne zwischen letzter Anwendung dieses Insektizids und der Ernte bereits unter die Nachweisgrenze abgesunken waren; Zeumer und Neuhaus (1959) haben aber nachgewiesen, daß DDT nur auf der äußeren Schale deponiert wird und nicht in tiefere Schichten eindringt.

Die in analoger Weise durchgeführten Untersuchungen der drei ersten Proben auf DDT nach Schechter und Haller verliefen ebenso negativ, wie die Fortsetzung dieser Untersuchungen von Extrakten der ganzen Früchte aus den restlichen 17 Parzellen, einschließlich der Kontrolle. Erwähnt sei, daß die Extrakte dieser Proben vor der Analyse auf DDT durch eine Aluminiumoxyd-Absorptionssäule filtriert worden waren.

Untersuchungsreihe 2:

Proben verschiedener Apfelsorten (siehe Tabelle 10) aus einer Plantage, in der folgende Behandlungen durchgeführt wurden:

1. Vorblütenspritzung (3. April) mit Kupfermittel + 0·2% Gesarol 50 (50% DDT)
2. Vorblütenspritzung (16. April) Kupfermittel + 0·035% E 605 forte (= 47% Parathion)

Blütenspritzung (25. April) Fuclasin-Ultra

1. Nachblütenspritzung (4. Mai) 0·1% Fuclasin-Ultra+0·1% Metasystox
2. Nachblütenspritzung (15. Mai) 0·1% Fuclasin-Ultra
3. Nachblütenspritzung (29. Mai) 0·1% Fuclasin-Ultra
4. Nachblütenspritzung (4. Juni) 0·1% Fuclasin-Ultra + 0·25% Bleiarseniat
5. Nachblütenspritzung (14. Juni) 0·15% Pomarsol+0·15% E 605 Pulver (= 0·015% Parathion)
6. Nachblütenspritzung (3. Juli) 0·1% Fuclasin-Ultra + 0·1% E 605 Pulver (= 0·01% Parathion)
7. Nachblütenspritzung (25. Juli) 0·7% Schwefelkalkbrühe + 0·3% Bleiarseniat (!)

Ernte: 21. September.

Niederschlagsmengen: Zwischen 3. Juli (letzte Parathionbehandlung) und 21. September = 325·1 mm, zwischen 25. Juli (letzte Arsenanwendung) und 21. September = 162·3 mm.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigt Tabelle 10.

Tabelle 10

Parathion- und Arsengehalt auf Plantagenäpfeln

Sorte	Parathion ppm	As_2O_3 ppm
Ananas	0	0·02
Tiroler Köstlicher	0·012	0·03
Golden Delicious	0	0·06
Red Delicious	0·063	0·08
Jonathan	0·052	0·03
Goldparmäne	0	0·03
Ribston Pepping	0·006	0·02
Sommer Maschanzker	0·01	0
Winter Maschanzker	0·009	0·02
Boscoop	0·011	0·02
Welschbrunner	0·02	0·05
London Pepping	0·01	0·03
Kalterer	0·012	0·19
Bellefleur	0·028	0·05
Kanada	0·017	0·05
Krummstiel	0·021	0·06

In dieser Reihe wurden nur die Gesamtfrüchte in einer ansonsten analogen Weise wie in Versuchsreihe 1 auf Parathionrückstände und zusätzlich auf ihren Arsengehalt (nach Saenger-Black) untersucht. Letztere Untersuchungen sind wohl heute nicht mehr besonders aktuell, da Bleiarsenat fast nicht mehr Verwendung findet. In vorliegendem Falle liegt aber ein Sonderfall einer sehr späten Arsenanwendung vor, so daß die Gelegenheit, die Höhe der Rückstände festzustellen, wahrgenommen wurde.

2,5) Untersuchungen von Marktobst

Um einen Überblick über die Beschaffenheit von Marktobst vom Standpunkt der Pflanzenschutzmittelrückstände zu gewinnen, führen wir seit Jahren stichprobenweise Rückstandsuntersuchungen an Obstproben durch, die auf den österreichischen Markt gelangen. Da in diesen Fällen ja die Art einer etwaigen Pflanzenschutzmittelbehandlung der Früchte nicht bekannt ist, leisten für solche orientierenden Untersuchungen die biologischen Teste gute Dienste. Wir verwenden den Drosophila- und Aedestest (siehe Beran-Glofke l. c.), die zwar keine Aussage über die Art der Pflanzenschutzmittelrückstände gestatten, aber doch eine Beurteilung der hygienischen Unbedenklichkeit der Früchte erlauben, wenn die Befunde auf die wichtigsten in Betracht kommenden Insektizide umgerechnet und diese Berechnung keine Überschreitung irgendwie bedenklicher Grenzen ergibt. Selbstverständlich würde im Falle der Feststellung bedenklich erscheinender Insektizidmengen die Fortsetzung der Untersuchung solcher Proben zur Feststellung der Art des Insektizids und in weiterer Folge die quantitative Erfassung der Rückstände notwendig sein. In allen unseren Untersuchungen kam kein einziger derartiger Fall vor.

Die Kontrolle von 17 Proben ungarischer Importäpfel ergab in 13 Fällen völlig negative Ergebnisse, während in 4 Fällen sehr geringfügige Insektizidspuren nachgewiesen werden konnten. Sowohl die negativen, wie die schwach positiven Ergebnisse gestatten die Aussage, daß höchstens unter **0·004 ppm Parathion** oder unter **0·003 ppm DDT** liegende, also belanglose Rückstände vorgelegen sein konnten. Auch wenn es sich um faktische Spuren anderer organischer Insektizide gehandelt hätte, wäre die Unbedenklichkeit, zumindest in gleichem Maße wie für Parathion und DDT angenommen, gegeben. Eine zweite Untersuchungsreihe umfaßte 14 Apfelproben ungarischer Provenienz und 2 Apfelproben aus Jugoslawien, die alle deutliche Spritzspuren aufwiesen. Die Teste verliefen durchwegs positiv: die Rückstände waren größenordnungsmäßig so wie die der ersten Serie zu beurteilen.

Das gleiche, praktisch negative Ergebnis brachte die Untersuchung dreier Apfelimporte aus der CSSR und einer Sendung aus Jugoslawien.

Hingegen konnten an ungarischen Importäpfeln **unerwünscht hohe Arsenmengen** festgestellt werden: Von 73 untersuchten ungarischen

Apfelproben brachten 23 keinen positiven Arsennachweis, **während 50 Proben Rückstände ergaben, die zwischen 0·4 (1 Probe) und 0·019 ppm As_2O_3 lagen.** Die Zahl der Proben mit über 0·1 ppm As_2O_3 betrug 6, und zwar lauteten die gefundenen Werte: 0·4, 0·14, 0·14, 0·16, 0·25 und 0·28.

Rückstandsuntersuchungen von 10 Proben italienischer, jugoslawischer und ungarischer Zwetschken verliefen mit einer Ausnahme negativ. Nur eine Probe ungarischer Zwetschken ergab einen schwach positiven Befund, der ähnlich zu deuten wäre, wie die Ergebnisse der Rückstandsuntersuchungen der Äpfel.

Etwas ungünstiger lagen die Ergebnisse der Rückstandsuntersuchungen an italienischen Pfirsichen, indem von 17 untersuchten Proben 5 Insektizidspuren erkennen ließen. Während die Ergebnisse von 3 dieser Proben so zu beurteilen sind, wie jene der Rückstandsbestimmungen an Äpfeln, wiesen 2 Proben Rückstände auf, die auf Parathion oder DDT berechnet, einer Größenordnung von 0·04 ppm entsprachen.

Analysen von insgesamt 61 Weintrauben aus Griechenland, Italien, Jugoslawien, Rumänien und Ungarn verliefen zum überwiegenden Teil völlig negativ; nur 9 Proben zeigten Insektizidspuren von der gleichen Belanglosigkeit, die die Rückstände an Äpfeln kennzeichnete.

2,6) Rückstandsuntersuchungen an Weintrauben

Aus einem Anstaltsversuch, der zur Bekämpfung des Traubenwicklers durchgeführt wurde, standen Trauben für Rückstandsuntersuchungen zur Verfügung.

Sorte: Blaufränkischer in Drahtkultur
Behandlungstermine: 3. Juni und 14. Juni (gegen die 1. Generation)
15. Juli (gegen die 2. Generation)
Parzelle 1: 0·2% DDT — Gamma Suspension (35% DDT, 5% Lindan)
Parzelle 2: 0·2% Gesarol 50 (50% DDT)
Parzelle 3: 0·2% Stratilon (25% DDT, 5% Parathion)
Parzelle 4: 0·025% E 605 forte (47% Parathion)
Parzelle 5: 0·2% Sevin Spritzmittel (50% Sevin)
E r n t e : 5. Oktober.
N i e d e r s c h l ä g e : Zwischen 1. und 2. Behandlung 4·4 mm,
zwischen 2. und 3. Behandlung 62·0 mm,
zwischen 3. (letzter) Behandlung und Ernte 190·2 mm.

Die Analysen wurden an Extrakten durchgeführt, die mit dem vorne beschriebenen Extraktionsapparat gewonnen wurden (Petrolätherextrakt), sie erfolgten auf DDT nach S c h e c h t e r - H a l l e r, auf Parathion nach F i s c h e r - Z e u m e r und auf Sevin durch enzymatische Analyse (siehe M e y e r - W i l b r a n d t, 1954).

Die Ergebnisse sind in Tabelle 11 dargestellt.

Tabelle 11

Insektizidrückstände an Weintrauben

Parzelle		ppm DDT	ppm Parathion	ppm Sevin
	a	0·48		
1	b	0·53		
	c	0·43		
Durchschnitt		0·48		
Kontrolle		0		
	a	0·53		
2	b	0·64		
	c	0·61		
Durchschnitt		0·59		
Kontrolle		0		
	a	0·87	0	
3	b	0·35	0	
	c	0·45	0	
Durchschnitt		0·56	0	
Kontrolle		0		
	a		0	
4	b		0	
	c		0	
Durchschnitt			0	
Kontrolle			0	
	a			<0·17
5	b			<0·17
	c			<0·17
Durchschnitt				<0·17
Kontrolle				0

2,7) Rückstandsuntersuchungen im Gemüsebau

Im Gemüsebau sind es vor allem die Saatgutinkrustierungs- und Bodenbehandlungsverfahren unter Verwendung von Insektiziden, die der Bekämpfung von Erdflöhen und Gemüsefliegen dienen, gegen die Bedenken hinsichtlich einer Rückstandsgefahr berechtigt erscheinen (siehe z. B. E. Mosebach und P. Steiner, 1959; W. Schuphan, 1960). Aus unseren Untersuchungen, über die gesondert berichtet wird, seien als Beispiele nur die Ergebnisse zweier Versuche kurz angeführt: Ein Bekämpfungsversuch gegen Erdflöhe an Radies ergab nach Anwendung eines Dieldrin-Saatgutinkrustierungsmittels mit einem Aufwand von rund 40 g Dieldrin WSt/kg Saatgut zwei Monate nach der Behandlung **0·2 bis 0·3 ppm Dieldrin** in den Radieschen, also das **Doppelte bis Dreifache der Toleranz**; die gleiche Behandlung mit einem Lindan-Präparat in gleicher Aufwandmenge hinterließ einen Rückstand nach 2 Monaten von **0·2 ppm Lindan**, während in Radieschen, die durch 2 Lindan-Spritzungen (Konzentration 0·02% Lindan WSt.) gegen Erdflohauftreten geschützt geblieben waren, 11 Tage nach der letzten Behandlung **keine Lindan-Rückstände** mehr nachgewiesen werden konnten.

Die Behandlung von Zwiebelsamen mit Dieldrin-Präparaten und einem Dieldrin-Aldrin-Produkt ergab nur in einem Falle etwa vier Monate nach der Behandlung und Aussaat einen Rückstand von **0·4 ppm Dieldrin,** 2 Monate später konnten in den Zwiebeln keine Insektizid-Rückstände mehr nachgewiesen werden.

2,7) Besprechung der Ergebnisse

Wenn die Ergebnisse der Rückstandsuntersuchungen an Obst kritisch betrachtet werden, ergibt sich einerseits, daß die übliche Spritzfolge keine Rückstandsgefahr herbeiführt, soferne die US-Toleranzen die Beurteilungsgrundlage bilden, daß aber in gründlich und in der notwendigen Häufigkeit behandelten Anlagen zur Zeit der Ernte Spritzrückstände an den Früchten in zum Teil unerwünschtem (aber unter den Toleranzgrenzen liegendem) Ausmaß vorkommen können. Es sei nicht bestritten, daß diese Beurteilung einen Widerspruch in sich birgt, da erheblich unter der Toleranzgrenze liegende Rückstände als „unerwünscht hoch" bezeichnet werden. Es entspricht dies aber meiner Auffassung, wonach die derzeit geltenden Toleranzwerte zumindest in manchen Positionen unerwünscht hohe Rückstände zulassen. Wird daher das Ziel verfolgt, möglichst rückstandsfreie Früchte zu ernten, erscheint es notwendig, die Wahl der Bekämpfungsmittel unter Berücksichtigung ihrer Persistenz und der zwischen letzter Behandlung und Ernte zur Verfügung stehenden Zeitspanne zu treffen, womit die Rückstandsgefahr im Obstbau als beseitigt betrachtet werden kann. Weitere Sicherheitsfaktoren liegen darin, daß in der breiten Praxis, zumindest durchschnittlich, nicht so gründlich (d. h. nicht mit so hohem Aufwand) gearbeitet wird, wie in den von uns bearbeiteten Fällen, daß zwischen Ernte und Konsum meistens eine weitere Zeitspanne liegt, daß die Manipulationen nach der Ernte (Sortierung, Säuberung, Verpackung usw.) ebenfalls zur Minderung der Spritzrückstände beitragen und daß schließlich das Obst noch häufig vor dem Genuß gewaschen wird.

Die Untersuchungen von Weintrauben bestätigten die Richtigkeit der Annahme des Fehlens einer Rückstandsgefahr in dieser Produktionssparte unter unseren Arbeitsverhältnissen.

Im Gemüsebau müssen zumindest die gegen die Saatgutinkrustierung geltend gemachten Bedenken als gerechtfertigt angesehen werden. Wenn auf diese Verfahren verzichtet wird, scheint wohl das heikelste Rückstandsproblem in dieser Produktionssparte beseitigt. Die wenigen gezeigten Beispiele aber beweisen die Notwendigkeit, das Rückstandsproblem besonders im Gemüsebau für jede einzelne Kultur, unter Berücksichtigung der vorliegenden Bekämpfungsprobleme, der in Frage kommenden Bekämpfungsverfahren und der Eigenart der betreffenden Kultur zu studieren, um die Sicherheit zu erreichen, die heute schon im Obstbau als gegeben angesehen werden kann.

3. Regelung des Rückstandsproblems in Europa

Wenn wir untersuchen, wie dem Rückstandsproblem bisher in Europa Rechnung getragen wurde, so ergibt sich die Feststellung, daß zahlreiche Staaten noch überhaupt keine und nur wenige eine gesetzliche Regelung in dieser Hinsicht getroffen haben. Eine von mir vorgenommene internationale Rundfrage lieferte folgende Informationen:

Keine Regelungen liegen vor in: CSSR, Irland, Jugoslawien, Luxemburg, Portugal, Guernsey, Türkei.

In den anderen Ländern, die die diesbezügliche Rückfrage beantwortet haben, liegen entweder gesetzliche Regelungen oder zumindest Empfehlungen vor, wie im folgenden gezeigt wird:

Belgien besitzt ein Gesetz vom 31. Mai 1958, novelliert am 11. Juli 1959, über den Handel und den Gebrauch von Pflanzenschutzmitteln, auf Grund dessen auch die Vorschreibungen zur Vermeidung von Pflanzenschutzmittelrückständen erfolgen.

Bemerkenswert ist in diesem Lande die Nichtzulassung bekannter Insektizide wie Endothion, Endrin, Heptachlor und Systox sowie die Beschränkung der Zulassung sehr verbreiteter Insektizide auf die Anwendung durch berufsmäßige Schädlingsbekämpfer (z. B. Aldrin, Arsenikalien, Delnav, Dieldrin, Gusathion, Metasystox, Parathion, Phosdrin, Phosphamidon, Thalliumsalze, Thiometon, Zinkphosphid).

BRD: Auf Grund des novellierten deutschen Lebensmittelgesetzes vom 21. Dezember 1958 ist die Festsetzung von Toleranzen für Pflanzenschutzmittelrückstände vorgesehen, doch sind die Vorbereitungen zum Erlaß dieser Rechtsvorschriften noch nicht abgeschlossen. Inzwischen arbeitet man in der BRD mit Empfehlungen hinsichtlich der Wartefristen.

Dänemark: Im Landwirtschaftsministerium ist ein „toxicological board" eingerichtet, dem auf Grund gesetzlicher Bestimmungen die Einreihung der Pflanzenschutzmittel in eine der vier Gefahrenklassen obliegt und der auch bestimmt, welche Warnungen auf der Etikette der Packungen anzubringen sind und die Anwendungsvorschriften zu genehmigen hat. Auch die Bestimmung der Wartezeiten ist Angelegenheit dieser Behörde.

Großbritannien besitzt zwar keine rechtsgültigen Vorschriften hinsichtlich der Toleranzen für Pflanzenschutzmittelrückstände und der Wartezeiten, es existiert dort aber eine auf freiwilliger Basis getroffene Vereinbarung mit den Herstellern von Pflanzenschutzmitteln (notification scheme), die sehr ausführliche Empfehlungen umfaßt, die auch bestimmte Wartezeiten einschließen. Als gesetzliche Grundlage ist vorhanden „The food and drugs act 1955", auf Grund dessen auch gefährliche Pflanzenschutzmittelrückstände in Nahrungsmitteln beanstandet werden können.

Holland verfügt über ein Warengesetz, auf Grund dessen Lebensmittel keine Fremdstoffe enthalten dürfen, was theoretisch einer „Nulltoleranz" für Pflanzenschutzmittelrückstände gleichkommt. Praktisch

wird aber mit positiven Toleranzen gearbeitet, deren bindende Vorschreibung in Vorbereitung steht und die auch im Rahmen von Benelux-Absprachen behandelt werden. Auf Grund von Rückstandsuntersuchungen werden Karenzfristen festgelegt, die auf den Etiketten der Präparate-Packungen kenntlich zu machen sind.

Norwegen hat die Wartefristen geregelt, und zwar werden fünf verschiedene Wartezeiten-Klassen differenziert, nämlich 4 Wochen, 3 Wochen, 2 Wochen, 1 Woche und 4 Tage.

Polen: Allgemeine lebensmittelpolizeiliche gesetzliche Regelungen liegen vor (Verordnung vom 22. März 1928 und Erlaß vom 14. August 1954, 90 verschiedene Rechtsakte, betreffend Lebensmittelkontrolle), die die Grundlage für die heutige Praxis der Lebensmittelbeurteilung bilden. Hinsichtlich der Pflanzenschutzmittelrückstände bestehen bisher keine Normen oder Kontrollen. Regelungen sind in Vorbereitung.

Schweden verfügt über ein königliches Dekret, betreffend die Registrierung von Pflanzenschutzmitteln, dessen Bestimmungen (§ 5) die Festsetzung von Karenzfristen durch das nationale Institut für Volksgesundheit vorsehen. In den Bestimmungen sind 5 Wartezeiten-Klassen unterschieden (30, 14, 10, 7 und 4 Tage).

Schweiz: Die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln ist gesetzlich geregelt, und zwar durch das Landwirtschaftsgesetz vom 3. Oktober 1951, Artikel 70 bis 76 und durch die Verordnung vom 4. Februar 1955 (siehe auch Pflanzenschutzmittelbuch, herausgegeben vom Eidgenössischen Volkswirtschaftsdepartement, Februar 1955). Die Fragen des Gesundheitsschutzes im Zusammenhang mit der Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel fallen aber in die Kompetenz der verschiedenen Kantone; ein eidgenössisches Giftgesetz existiert nicht. Um die kantonalen Vorschriften einigermaßen zu koordinieren, wurde die sogenannte Internationale Giftkommission geschaffen, die u. a. auch die Wartezeiten festlegt.

Spanien: Karenzfristen sind noch nicht allgemein geregelt, doch bestehen Einzelbestimmungen für wenige Präparate und auch ein Verbot der Anwendung hochgiftiger Produkte, wie Parathion, Aldrin, Dieldrin, Systox. Für einzelne Präparate sind zeitliche Anwendungsbeschränkungen vorgeschrieben, so für Metasystox und andere systemische Insektizide, die nur bis zum Beginn der Fruchtentwicklung angewendet werden dürfen, für Dipterex, Malathion und Sevin sind 15 Tage, für Bleiarseniat und Diazinon 45 Tage Wartezeit im Obstbau vorgeschrieben.

UdSSR: Für die Bearbeitung der gegenständlichen Fragen ist die Staatliche Sanitäre Aufsichtsbehörde des Ministeriums für Gesundheitsüberwachung mit seinem Institut für Arbeitshygiene und Berufskrankheiten zuständig. Karenzfristen werden vom Landwirtschaftsministerium und dem Ministerium für Gesundheitsüberwachung festgesetzt.

In **Österreich** haben wir vor kurzem eine Wartefristen-Regelung herbeigeführt (Beran 1961), und zwar erfolgte sie auf Grund des Gesetzes zum Schutz der Kulturpflanzen (Pflanzenschutzgesetz vom 2. Juni 1948)

im Einvernehmen mit der österreichischen Gesundheitsbehörde. Der Regelung liegen folgende Gesichtspunkte zugrunde:

1. Berücksichtigung der unterschiedlichen Persistenz der Produkte durch Differenzierung der Wartefristen.
2. Eine möglichst einfache Klasseneinteilung, deren Berücksichtigung und Kenntnis den Produzenten und auch den Beratungsorganen zugemutet werden kann, eine Voraussetzung, die nicht für alle vorliegenden Regelungen zutrifft.
3. Als Zielsetzung der Pflanzenschutzarbeit hinsichtlich der Rückstände ist nicht die Gewinnung von Ernteprodukten, die gerade unter der Toleranzgrenze liegende Pflanzenschutzmittelrückstände enthalten, sondern die Sicherung möglichst rückstandsfreier Ernteprodukte anzustreben. Daher werden zum Teil höhere Wartefristen vorgeschlagen, als sie ansonsten für nötig gehalten werden.
4. Selbstverständlich dürfen aber die Bestimmungen kein Hindernis für einen ausreichenden Pflanzenschutz bilden und müssen die Verwendung bestimmter (sehr weniger) Pflanzenschutzmittel verhältnismäßig kurz vor der Ernte, wenn dies erforderlich und ohne Gesundheitsgefährdung möglich ist, gestatten.

Wir haben 4 **Wartezeitenklassen** vorgesehen, und zwar:

I. 5 Wochen:
Alle chlorierten Kohlenwasserstoffe, soweit sie nicht in andere Klassen eingeteilt sind; alle systemischen Insektizide; Dimetan, Isolan, Schwefelbariumprodukte, Thiodan, Brestan, Tuzet.

II. 3 Wochen:
Alle organischen Phosphorinsektizide, ausgenommen jener, die in I. oder III. eingeteilt sind; Acricid, Chlornitrobenzol, DDD, Karathane, Nirit.

III. 2 Wochen:
Aramite 15, Chlorthion, Diazinon, Dipterex, Eradex, Lebaycid, Malathion, Nikotin, Phosdrin, Sevin, Tedion, Kelthane, alle synthetischen Fungizide, soweit sie nicht in andere Klassen eingeteilt sind.

IV. 4 Tage:
Mit der Anwendungseinschränkung auf jene Gemüsekulturen, deren Ernte sich auf eine längere Zeitperiode erstreckt (wie Gurken, Tomaten, Paprika): Chlorthion, Dipterex, Eradex, Kelthane, Malathion, Nikotin, Phosdrin, Sevin, Tedion, Bulbosan, Captan, Thiocarbamate, Thiurame.

Während hinsichtlich der Toleranz für Pflanzenschutzmittelrückstände in Nahrungsmitteln, von einzelnen Ausnahmen abgesehen (z. B. UdSSR Nulltoleranz für DDT in Milch und Getreide, Toleranz von 1 ppm DDT in Obst und Gemüse), die in den USA festgelegten Toleranzwerte ziemlich allgemein auch in Europa gehandhabt werden, bestehen betreffend der Wartezeiten große Unterschiedlichkeiten der Vorschreibungen. Es

liegen zwei Gruppen von Regelungen (Empfehlungen) vor: Einerseits die sehr differenzierten Wartezeitenempfehlungen der BRD und Hollands, die ähnlich wie in den USA für Obst-, Garten- und Ackerbau getrennt vorgeschrieben werden und in Tabelle 12 in Vergleich zu den USA-Bestimmungen gesetzt sind; zweitens Regelungen ohne diese Differenzierungen mit verschiedenen Wartezeitenklassen für alle Kulturen, siehe Tabelle 13.

Wenn wir die Zahlen der Tabellen betrachten, so fallen bei einzelnen, viel verwendeten Pflanzenschutzmitteln große Unterschiede hinsichtlich der vorgeschriebenen Wartefristen auf. So beträgt die Differenz der für Aldrin, Dieldrin und Metasystox in verschiedenen Ländern festgelegten Wartefristen nicht weniger als 100% (z. B. 42 Tage für Aldrin und Dieldrin in Belgien, 21 Tage in Norwegen; 42 Tage für Metasystox in Belgien und Holland, 21 Tage in der BRD und in Großbritannien); für DDT 150% (35 Tage in Österreich, 14 Tage in Großbritannien).

Wir sind der Meinung, daß eine derartige unterschiedliche Beurteilung der Rückstandsgefahr nicht zu rechtfertigen ist; auch verschiedene klimatische Bedingungen, die zweifellos von Einfluß auf die Persistenz der Pflanzenschutzmittelrückstände sein können, dürfen meines Erachtens nicht zu einer so verschiedenen Einschätzung der Rückstandsgefahr führen. Die Karenzfristen müssen nach meiner Auffassung so erstellt werden, daß sie unter ungünstigsten (für das Verbleiben der Rückstände günstigsten) Verhältnissen ausreichen, denn sowohl Niederschlagsmengen als auch die Temperaturen — um jene zwei Faktoren zu nennen, die das Verbleiben von Rückständen beeinflussen — sind ein zu variabler Faktor, als daß etwa im Vertrauen auf eine bestimmte Temperatur- oder Niederschlagserwartung Karenzfristen in einer Höhe festgelegt werden, die dann bei Ausbleiben der erwarteten Niederschläge oder Temperaturverhältnisse während der (kurzen) Spanne zwischen der letzten Behandlung und der Ernte nicht ausreicht. Wie schon erwähnt, spricht auch das Verbleiben von Beistoffen (Emulgatoren, Haftmitteln, Netzmitteln) und von Abbauprodukten der Pflanzenschutzmittel auf den Pflanzen für die Empfehlung möglichst langer Wartezeiten.

Wie aus Tabelle 13 zu ersehen ist, hat Österreich durchschnittlich die längsten Wartezeiten festgelegt, wofür die bereits dargelegten Gesichtspunkte maßgebend waren. Für wenige, kurzlebige und überdies mindergiftige Produkte wurde zur Vermeidung einer Gefährdung des Pflanzenschutzzweckes eine Wartefrist von 4 Tagen (in der Tabelle in Klammer angeführt) vorgesehen, mit der Anwendungseinschränkung auf jene Gemüsekulturen, deren Ernte sich auf eine längere Zeitperiode erstreckt (z. B. Gurken, Tomaten, Paprika). Eine Analyse der bei uns üblichen Pflanzenschutzarbeiten zeigte uns, daß mit den festgelegten Wartefristen das Auslangen gefunden werden kann, wenn auch für bestimmte Arbeiten gewisse Umstellungen in der Mittelwahl zugunsten von Produkten mit kürzerer Wartefrist notwendig wurden, ein Vorgehen, das durchaus erwünscht ist und dem Zweck der Festlegung von Wartefristen entspricht.

Tabelle 12

In der BRD, in Holland und in den USA geltende Wartezeite

Mittel bzw. Wirkstoff	Bundesrepublik Deutschland: Obstbau	Bundesrepublik Deutschland: Gemüsebau	Bundesrepublik Deutschland: Ackerbau	Holland: Obstbau Freiland	Holland: Obstbau unter Glas	Holland: Gemüsebau Freiland	Holland: Gemüsebau unter Glas	Holland: Ackerbau
Chlorierte Kohlenwasserstoffe								
Aldrin	30[1]) Nur gegen Schädlinge am oder im Boden	30[2])	30			42*)		42*)
CBHo	30	30	30	nicht angeführt				
Chlordan	30	30[2])	30			*) **)		*) **)
DDT	30	30	30	28	28	28	28	28
Dieldrin	30[1]) Nur gegen Schädlinge im oder am Boden	30[2])	30	42		42*)		42*)
Endrin	Nur bei Erdbeeren und nur vor der Blüte und nach der Ernte	x)	30[3])	Nur bei Erdbeeren nach d. Ernte b. Sorten, die nur eine Pflücke gewähren u. b. Zierpfl. sowie Vermehrungssträuch. v. Johannisbeeren, die nicht gepflückt werden.				Geg. Feldmäu zwischen 15. 1 u. 15. 3. 42 Tag vor erstem B weiden
Heptachlor	30[1]) Nur gegen Schädlinge am oder im Boden	30[2])	30			14*)		14*)
HCH techn.	Nur im Forst			nicht angeführt				
Lindan	30	21	21	14	14 7R	14*)	14 7 R	14*)
Methoxychlor	14 Kirschen 7	14	14	nicht angeführt				
Thiodan	30	30	30	42		42		28

[1]) Bei Erdbeeren nur vor der Blüte und nach der Ernte.
[2]) Nicht bei Möhren, Rettich und Radieschen.
x) Mittel bzw. Wirkstoffe in dem betreffenden Bereich nicht einsetzen.

'agen) für die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln

Bemerkungen	USA: Obstbau Frei-land	Obstbau unter Glas	Gemüsebau Frei-land	Gemüsebau unter Glas	Ackerbau	Bemerkungen
Wurzel- u. Knollen- chsen nur vor Aus- bzw. Pflanzung	30—21		21—14*) **)		7 (Getreide, Mais, Reis) 21, 30	*) Gurken 7 Tage **) z. T. Anwendung nur vor Fruchtansatz
	nicht angeführt					
r Bodenbehandlung . Wurzel- u. Knollen- chsen nur vor Aus- bzw. Pflanzung	30		*)		*)	*) nur Bodenbehandl. v. Aussaat bzw. Pflanzung
so DDT + Lindan	30		5, 7, 30 *)	5	5**)	*) z. T. nur v. Fruchtans. **) Gurken und Tomaten
Wurzel- u. Knollen- chsen nur Bodenbe- lung vor Aussaat Pflanzung	45—30		30—21 7*)		7, 20, 30, 40, 60 **)	*) Gurken und Tomaten **) nur Bodenbehandl.
			14*) **)		3 (Kartoffel) 35 (Luzerne, Klee) 45 (Mais) 60 (Rüben)	*) Gurken und Tomaten **) z. T. nur v. Fruchtans.
Wurzel- u. Knollen- chsen nur Bodenbe- lung vor Aussaat Pflanzung	*)		*)		*)	*) nur Bodenbehandlung
	nicht angeführt					
Wurzel- u. Knollen- chsen, Bodenbeh. vor Aussaat bzw. zung	60		*)			*) vor Fruchtansatz
Räuchermittel	3, 7		1, 3, 7, 14		7, 14	
	*)		7, 14 **)			*) Erdbeeren vor der Blüte, nach der Ernte **) nur bis Fruchtansatz

Mittel bzw. Wirkstoff	Bundesrepublik Deutschland Obstbau	Gemüsebau	Ackerbau	Holland Obstbau Freiland	Obstbau unter Glas	Gemüsebau Freiland	Gemüsebau unter Glas	Ackerbau
Toxaphen	30	30	30[3])					*)
Organische Phosphorverbindungen								
Chlorthion	7	7	7			nicht angeführt		
Delnav	14	14	14	21	28	21	28	21
Demeton (Systox)	42	x)	42	*)		**)		***)
Demeton-methyl (Metasystox i, R und S)	21	21	21	42		42*)		42
Diazinon	10	10 als Gießmittel 30	10	10	10 7R	10	10 7R	10
Gusathion	14	14	14	21		21		21
Malathion	7	7 Gurken 4	7	4	4 10D	4	4 10D	4
Mercaptophos	10	10	10			nicht angeführt		
Parathion	14	14	14	21	21 28D	21*)	21 28D	21
Parathion-methyl	14	14	14			nicht angeführt		
Phenkapton	14	14	14	10	10	10	10	10
Phosdrin	4	4	4	4	4	4	4	4
Phosphamidon	21	21	21	28		28 42*)		28
Trichlorphon (Dipterex)	10	7	10	10	21	10	21	10
Insektizide Carbamate								
Dimetan	21	21	21			nicht angeführt		
Isolan	21	21	21	14	21	14	21	14
Sevin	7	7	7	10		10		10

[3]) Bei Flächenbehandlung gegen Feldmaus 42 Tage.
x) Mittel bzw. Wirkstoff in dem betreffenden Bereich **n i c h t** einsetzen.

Bemerkungen	Obstbau		Gemüsebau		Ackerbau	Bemerkungen
	Frei-land	unter Glas	Frei-land	unter Glas		
ır noch zur Feld- bekämpfung wie n	40*)		5, 7 **)		7, 14	*) Erdbeeren vor der Blüte, nach der Ernte **) Tomaten 3 Tage
					nicht angeführt	
					nicht angeführt	
dbeeren nur vor der bis 15. April	21		21		21	
Nur Rosenkohl bis ugust Bei Kartoffeln letz- Anwendungstermin zw. 25. Juni					nicht angeführt	
räuchern	5, 10, 20 *)		3, 5, 7, 10, 14		14	*) bei Erdbeeren nur nach der Ernte
	21—15		21—15		14	
dampfnebeln	1, 3, 7		1, 3, 7, 14	15^h 1, 14	5, 7	
					nicht angeführt	
grün. Erbsen 10 T. dampfnebeln	14		5, 7, 15, 21	10, 15, 21	5, 12, 15, 21	
					nicht angeführt	
					nicht angeführt	
	1		1, 3, 14	1*)	1, 3, 14	*) Tomaten und Gurken
i Bohnen u. Erbsen					nicht angeführt	
			21		14, 28	
					nicht angeführt	
					nicht angeführt	
	1		1			

Mittel bzw. Wirkstoff	Bundesrepublik Deutschland			Holland				
	Obstbau	Gemüse-bau	Acker-bau	Obstbau Frei-land	Obstbau unter Glas	Gemüsebau Frei-land	Gemüsebau unter Glas	Ackerbau
Insektizide aus pflanzlichen Rohstoffen								
Derris	Keine besonderen Einschränkungen			keine Einschränkung				
Nikotin	8	8	8	14	14	14	14	14
Pyrethrum	Keine besonderen Einschränkungen			keine Einschränkung				
Quassia	Keine besonderen Einschränkungen			nicht angeführt				
Räuchermittel in Glashäusern								
Sulfotepp (Bladafum)	—)	4	—)		10R		10R	
Tetradifon	—)	7	—)				10*)	
Akarizide								
Benzolsulfonat	14	14	14	10		10		10
Chinothionat (Eradex neu)	14	14	14	nicht angeführt				
Chlorbenzilat	14	14 Gurken 7	14	nicht angeführt				
Chlorocid	14	14 Gurken 7	14	10		10	10*)	10
Dinitroalkyl-phenylacrylat (Acricid)	21	21	21	nicht angeführt				
Ethion	14	14	14	21		21		21
Kelthane	14	14	14	14	14	14	14	14
Tetradifon	14	14 Gurken 7	14	10	10	10	10*)	10
Molluscicide								
Metaldehyd als Spritzmittel	21	21	21	nicht angeführt				

—) Anwendung der Mittel bzw. Wirkstoffe kommt für den betreffenden Bereich **nicht** in Betracht.

Bemerkungen	USA					
	Obstbau		Gemüsebau		Ackerbau	Bemerkungen
	Frei-land	unter Glas	Frei-land	unter Glas		
	3		1	1		
	3		3, 7	3, 7	3, 7	
			1			
					nicht angeführt	
= räuchern					nicht angeführt	
Gurken 3 Tage					nicht angeführt	
	30*)					*) bei Erdbeeren nach der Ernte
					nicht angeführt	
	7, 14					
Gurken 3 Tage	7					
					nicht angeführt	
	30, 60*)		28**) 7			*) nur bis Fruchtansatz **) Tomaten
	2, 7, 14		2, 7	2		
Gurken 3 Tage	*)					*) bei Erdbeeren vor der Blüte u. nach der Ernte
					nicht angeführt	

Mittel bzw. Wirkstoff	Bundesrepublik Deutschland			Holland				
	Obstbau	Gemüsebau	Ackerbau	Obstbau		Gemüsebau		Ackerbau
				Freiland	unter Glas	Freiland	unter Glas	
Fungizide								
Barium-polysulfide	30	—)	—)			nicht angeführt		
Brestan	—)	42 nur geg. Septoria an Sellerie	42 beh. Rüb.-blätt.			21*)		21
Captan	3 Erdbeeren 7	7	7			nicht angeführt		
Pentachlor-nitrobenzol (Brassicol)	—)	21 nur bis zum Beginn der Kopfbildung, nicht zur Einlagerung	21			nicht angeführt		
Rhodandi-nitrobenzol (Nirit)	21	—)	—)			nicht angeführt		
Trichlordi-nitrobenzol (Brassisan)	—)	21 nur zur Bodenbehandlung vor dem und beim Pflanzen	—)			nicht angeführt		
Trichlortri-nitrobenzol (Bulbosan)	—)	Gurken 5 Tomaten 3	—)			nicht angeführt		
Dithianon	21	21	21			nicht angeführt		
Dodine (Melprex, Cyprex)	14	—)	—)			nicht angeführt		
Karathane	21	21 Gurken 7	—)			nicht angeführt		

—) Anwendung der Mittel bzw. Wirkstoffe kommt für den betreffenden Bereich **nicht** in Betracht.

Bemerkungen	USA Obstbau Freiland	USA Obstbau unter Glas	USA Gemüsebau Freiland	USA Gemüsebau unter Glas	USA Ackerbau	Bemerkungen
					nicht angeführt	
…nur bei Sellerie an-…den					nicht angeführt	
					nicht angeführt	
					nicht angeführt	
					nicht angeführt	
					nicht angeführt	
					nicht angeführt	
					nicht angeführt	
					nicht angeführt	
	21, 45		7			

Mittel bzw. Wirkstoff	Bundesrepublik Deutschland Obstbau	Gemüsebau	Ackerbau	Holland Obstbau Freiland	Obstbau unter Glas	Gemüsebau Freiland	Gemüsebau unter Glas	Ackerbau
Kupfer	Keine besonderen Einschränkungen					14*)		
Quecksilber	nur v. d. Blüte	nur Saatgut-beizm.		56		56*)		
Schwefel und Schwefelkalkbrühe	Keine besonderen Einschränkungen					nicht angeführt		
Thiocarbamate	7	3	7			nicht angeführt		
Thiurame	7	3	7				*)	
Tuzet (arsenhaltig)	30	—)	—)	28				

—) Anwendung der Mittel bzw. Wirkstoffe kommt für den betreffenden Bereich **nicht** in Betracht.

Zur Frage der Differenzierung der Wartefristen für verschiedene pflanzenbauliche Produktionszweige (Obstbau, Gartenbau, Ackerbau) ist zu bemerken, daß ein Vergleich der Wartezeiten, die in der BRD und in Holland gelten, mit jenen der anderen europäischen Länder keinen besonderen Vorteil des komplizierten Systems erkennen läßt. Die Tatsache, daß Gemüse in der Regel eine höhere Kapazität für Initialbeläge hat, als z. B. Kern- und Steinobst, kommt in den wenigen, tatsächlich unterschiedlich festgesetzten Karenzfristen nicht zum Ausdruck (z. B. Wartezeit in der BRD für Lindan im Obstbau 30 Tage, im Gemüsebau 21 Tage). Die unterschiedlichen Essensgewohnheiten scheinen im allgemeinen auch nicht in Betracht gezogen worden zu sein — und dies sicher mit Recht —, da ansonsten nicht für die meisten Stoffe in allen drei Produktionssparten, in denen übrigens der Weinbau fehlt, die gleiche Wartezeit vorgesehen werden könnte. Auf den Vorteil von einheitlichen Wartezeiten für alle Kulturen braucht man meines Erachtens nicht zu verzichten, wenn die Regelung jenem Anwendungsgebiet angepaßt wird, das die längste Wartezeit erfordert, so daß das Prinzip der Schaffung maximaler Sicherheiten gewahrt bleibt. Eine Beeinträchtigung des Pflanzenschutzzweckes ist mit dieser Vorgangsweise nicht verbunden, da eine genügende Anzahl von Präparaten mit relativ kurzer Wartefrist zur Verfügung steht.

Im Hinblick auf den sehr intensiven internationalen Handel mit pflanzlichen Produkten, aber auch mit chemischen Pflanzenschutzmitteln, wäre

Bemerkungen	USA Obstbau Freiland	Obstbau unter Glas	Gemüsebau Freiland	Gemüsebau unter Glas	Ackerbau
ei Sellerie					nicht angeführt
ei Gurken nicht an- den, sobald Frucht- atz sich gebildet hat					nicht angeführt
					nicht angeführt
	7		7		7
is spätestens zum Be- n der Kopfbildung zu it und Endivie	7				
					nicht angeführt

es sehr erwünscht, möglichst einheitliche Regelungen auf internationaler Basis zu treffen, was heute noch umso leichter zu verwirklichen wäre, als viele Länder bisher über keine oder keine endgültigen Regelungen verfügen. Den immer wieder geltend gemachten Bedenken gegen die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel würde der Boden entzogen werden, wenn darauf hingewiesen werden könnte, daß der europäische Pflanzenschutz maximale Sicherheiten im Interesse des Gesundheitsschutzes geschaffen hat.

4. Zusammenfassung

1. Die allgemeinen Gesichtspunkte des Rückstandsproblems und die Grundsätze, die nach Ansicht des Verfassers für die Festlegung von Toleranzen und Wartezeiten gelten sollten, werden erörtert.
2. Es wird die Frage aufgeworfen, ob nicht unter europäischen Verhältnissen, besonders für Pflanzenschutzstoffe, die infolge ihrer hohen Toxizität oder sonstiger, die Gefährlichkeit erhöhender Eigenschaften, erhöhte Vorsicht erfordern, die in den USA festgelegten Toleranzgrenzen ohne Gefährdung des Pflanzenschutzzweckes herabgesetzt werden könnten.
3. Für Stoffe sehr geringer Toxizität erscheint die Festlegung von Toleranzen wenig sinnvoll, die auch als Initialbelag in der Praxis niemals erreicht werden können.

Tabelle 13

Wartezeiten für die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel in verschiedenen europäischen Ländern*)

Pflanzenschutzmittel	Belgien	BRD	Großbritannien	Holland	Norwegen	Schweden	Schweiz	Österreich
Insektizide								
Chlorierte Kohlenwasserstoffe								
Aldrin	42	30	21	42	21 (14 für Staub)		Für alle Pflanzenschutzmittel 21 Tage, Ausnahmen sind im folgenden ausgeführt:	35
Chlordan	28	30			21 (14 für Staub mit nicht mehr als 1% A. S.)			35
Chloriertes Inden (Hostatox)		30						35
DDT	28	30	14	28	21 (4 als Räuchermittel)	30		35
Dieldrin	42	30	42	42	21 (14 f. Staub mit nicht mehr als 1% A. S.)			35
Endrin		30 (Flächenbeh. gegen Feldmäuse 42)		42 für Flächenbeh. gegen Feldmäuse				35
Heptachlor	42	30						35

Lindan	14	21—30	14	14	14 (21 f. Staub >10% A. S., 4 als Räuchermittel)	10		35
Methoxychlor		14 (7)						
Thiodan	28	30		28—42	21			35
Toxaphen	28	30				30		35
Phosphorinsektizide								
Chlorthion	14	7						14 (4)
Delnav	21	14		21—28				21
Demeton (Systox)		42					Obstbau bis Ende Mai	35
Demeton-methyl (Metasystoxprodukte)	42	21	21	42	28	30	Obstbau bis Ende Mai, Weinbau bis vor dem Aufblühen, Zuckerrübenbau bis Ende Juni	35
Diazinon	14	10		10	14	14		14
Ethion		14		21				21
Gusathion	21	14		21				21
Malathion	14	7 (4)	7	4	7	7		14 (4)
Mercaptophos	42	10			14			14
Parathion	21	14	28	21	14	30		21

*) Die nach Produktionssparten differenzierten Regelungen der BRD und Hollands sind in Tabelle 12 zusammengestellt. Für Vergleichszwecke wurden die Wartezeiten dieser beiden Länder in vereinfachter Form unter Weglassung von Sonderbestimmungen in dieser Tabelle den Regelungen der anderen Länder gegenübergestellt.

Pflanzenschutzmittel	Belgien	BRD	Groß-britan-nien	Holland	Nor-wegen	Schwe-den	Schweiz	Öster-reich
Parathion-methyl	14	14			14			21
Phenkapton	28	14		10				21
Phosdrin	4	4		4		4		14 (4)
Phosphamidon	21	21		28 (42)			Zucker-rübenbau bis Ende Juni	35
Thiometon	28				28		Zucker- und Futter-rübenbau bis Ende Juni, Weinbau Obstbau 42	35
Trichlorphon (Dipterex)	10	10 (7)		10	14			14 (4)
Carbamate								
Dimetan	28	21						35
Isolan	21	21		14			42	35
Sevin		7		10				14 (4)
Insektizide aus pflanzlichen Rohstoffen								
Nikotin		8		14				
Akarizide								
Benzolsulfonat		14		10				
Chinothionat (Eradex neu)		14						14 (4)
Chlorocid		14 (7)		10 (3)		14		
Dinitroalkylphenyl-acrylat (Acricid)		21						21

Kelthane		14		14	4	30	14 (4)
Tetradifon		14 (7)		10 (3)			14 (4)
Molluscicide							
Metaldehyd als Spritzmittel	14	21					21
Fungizide							
Bariumpolysulfide		30					35
Captan	4	7 (3)					14 (4)
Pentachlornitrobenzol (Brassicol)		21					21
Rhodandinitrobenzol (Nirit)		21					21
Trichlordinitrobenzol (Brassisan)		21					21
Trichlortrinitrobenzol (Bulbosan)		Gurken 5 Tomaten 3					21
Dithianon (Delan)		21					14
Dodine (Melprex = Cyprex)		14					14
Karathane		21 (7)			14		21
Quecksilber		nur vor der Blüte im Obstbau	42	56			
Thiocarbamate		7 (3)					14 (4)
Thiurame		7 (3)					14 (4)
Zinnhaltige Fungizide (Brestan)	42	42		21			35

4. Für die Festlegung von Wartefristen wird der Grundsatz vertreten, daß auch die inerten Beistoffe als unerwünschte Fremdstoffe in Ernteprodukten zu gelten haben, weshalb die Durchführung von Pflanzenschutzbehandlungen kurz vor der Ernte möglichst vermieden werden sollte. Sie ist übrigens vom Standpunkt des Pflanzenschutzes auch selten erforderlich und im allgemeinen auch nicht wirtschaftlich.
5. Beispiele aus eigenen Rückstandsuntersuchungen werden gebracht, deren Ergebnisse die Grundlage für die Erstellung der Wartefristen bilden.
6. Auf Grund einer internationalen Rundfrage werden die bisher in Europa vorliegenden Regelungen der Wartefristen und die amerikanischen Bestimmungen verglichen.
7. Die in Österreich getroffene Regelung der Wartefristen wird eingehend erörtert.
8. Eine europäische Regelung des Rückstandsproblems durch einheitliche Festlegung von Toleranzen und Wartezeiten für Pflanzenschutzstoffe wird als wünschenswert bezeichnet.

Summary

1. The general features of the residue problem and the principles which should be influencing the statement of tolerances and minimum number of days between the last application of pesticides and harvesting or feeding are discussed.
2. The question is ventilated whether it should be necessary under European conditions to decrease the USA tolerances — without influencing the purpose of plant protection — especially for pesticides with high toxicity or other properties increasing the danger of handling.
3. It seems to have not much sense to state tolerances for chemicals with very low toxicity very much higher than can be reached even in initial deposits.
4. According to the opinion of the author it seems to be important for the statement of the periods between last application and harvesting or feeding, that the inert ingredients are also undesirable; this is the reason why the application of pesticides a short time before the harvest should be avoided as far as possible. It is hardly ever necessary from the point of view of plant protection and economy.
5. Examples of own residue analyses are given, the results of which are the basis of the statement regarding necessary intervals.
6. On the basis of an international questionnaire the European regulations are compared with the American recommendations.

7. The Austrian regulations with regard to the period between last application and harvesting or feeding are explained in detail.
8. A European regulation concerning the residue problem by a uniform statement of the period between the last application of pesticides and harvesting or feeding would be desirable.

5. Literatur

Averall, P. R. and Norris, M. V. (1948): Estimation of small amounts of 0,0-diethyl-0, p-nitrophenyl thiophosphate. Anal. Chemistry, **20,** 753—756.

Bär, F. (1960): Zur Allergenwirkung von Pflanzenschutzmitteln. Med. van de Landbouwhogeschool en de Opzst. Gent XXV, 1308—13.

Beran, F. (1961): Neuregelung der Wartefristen für die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel in Österreich. „Der Pflanzenarzt", **14,** 3. Sondernummer.

Beran, F. und Glofke, E. (1959): Zur Kenntnis der Wirkung von Pflanzenschutzmitteln auf die Honigbiene. „Pflanzenschutzberichte" XXII, 145—171.

Eichholtz, F. (1958): Vom Streit der Gelehrten. Verlag G. Braun, Karlsruhe.

Fischer, W. (1954): Spritzrückstände von DDT, HCH und E 605 an Obst. Nachrichtenblatt für den deutschen Pflanzenschutzdienst, VI, 166—169.

Meyer, A. und Wilbrandt, W. (1954): Zur Bestimmung der Aktivität der Cholinesterasen im menschlichen Blute. Helvetia Physiologica et Pharmacologica Acta, **12,** 206—216.

Mosebach, E. und Steiner, P. (1959): Arbeiten über Rückstände von Pflanzenschutzmitteln auf oder in Erntegut. V. Biologischer Nachweis von Aldrin- bzw. Dieldrin-Rückständen auf Radieschen und Möhren. — Nachrichtenblatt des deutschen Pflanzenschutzdienstes, Braunschweig, **11,** 150—155.

Official FDA tolerances (1960) Nat. agric. Chem. Assoc. News 18 (3) 3—19.

Schechter, M. S. and Hornstein, L. (1952): Colorimetric determination of benzene hexachloride. Analyt. Chemistry, **24,** 544—548.

Schechter, M. S., Soloway, S. B., Hayes, R. S. and Haller, H. L. (1945): Colorimetric determination of DDT. Color test for related compounds. Industr. Eng. Chem. Anal. Ed., 17, 704—709.

Schuphan, W. (1960): Rückstände von Aldrin und Dieldrin in Wurzeln von Möhren (*Daucus carota* L.) und ihr Einfluß auf den Biologischen Wert. — Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz, **67,** 340—351.

Zeumer, H. (1958): Rückstände von Pflanzenschutz- und Vorratsschutzmitteln, von sonstigen Schädlingsbekämpfungs- und Unkrautbekämpfungsmitteln sowie von Mitteln zur Beeinflussung des Pflanzenwachstums (Literatur-Übersicht). Mitt. aus der Biol. B. A. f. L. u. F. Berlin-Dahlem, **94**, 1—124.

Zeumer, H. und Fischer, W. (1952): Beitrag zur Analyse von E 605-Präparaten. Zeitschr. f. Analytische Chemie, **135**, 401—409.

Zeumer, H. und Neuhaus, K. (1959): Arbeiten über Rückstände von Pflanzenschutzmitteln auf oder in Erntegut: Rückstände von Pflanzenschutzmitteln nach dem vorschriftsmäßigen Einsatz von DDT gegen Obstmade. Nachrichtenblatt f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst, XI, 17—22.

(Aus der Bundesanstalt für Pflanzenschutz Wien und der Landwirtschaftlich-chemischen Bundesversuchsanstalt Wien)

Zur Frage der Maskierung der Blattroll-Symptome durch Düngung

Von

Hans Wenzl und Theodor Reichard

So umfangreich die Literatur über den Einfluß der Pflanzennährstoffe auf Vermehrung und Ausbreitung der Virosen in Kartoffelbeständen ist, so verhältnismäßig wenig Versuchserfahrungen liegen über die Maskierung von Virussymptomen vor.

Die Ergebnisse einschlägiger Gefäßversuche haben zwar — sofern die Ernährungsverhältnisse genau definiert sind — grundlegende Bedeutung, doch kommt es letzten Endes auf die Ergebnisse von Feld-Düngungsversuchen an, wenn die Frage beantwortet werden soll, mit welchen Düngern bzw. ab welchen Düngermengen mit einer Maskierung gerechnet werden muß und welches Ausmaß diese annimmt.

Felton (1948) stellte in Gefäßversuchen fest, daß die Ausbildung der Blattrollsymptome durch starke Stickstoffgaben, ebenso wie durch geringe Bodenfeuchtigkeit und hohe Temperaturen gehemmt wird. Böning und Diercks (1955) fanden in Glashausversuchen, daß die Symptomausprägung nicht nur bei Blattroll, sondern auch bei Strichel durch Chloride gefördert, durch Sulfat und Stickstoff jedoch gehemmt wird. Stickstoffüberschuß führt besonders bei Kalimangel zu Maskierung von Blattroll und Strichel. Auch Wilson (1955) stellte im Gewächshaus eine Verminderung der Symptomausprägung durch Stickstoff und eine leichte Verstärkung durch Kalium (als Sulfat geboten) fest, während bei Phosphormangel die Symptome des Rollens vorerst stärker, später aber schwächer waren als bei den auch mit Phosphat gedüngten Pflanzen. Sortenversuche ergaben, daß die Rollsymptome in unterschiedlichem Ausmaß beeinflußt werden; während Stickstoffmangel bei Up to Date kaum einen Einfluß auf die Symptomstärke hatte, war die Auswirkung bei anderen Sorten, wie South Esk, Arran Banner und Great Scot sehr ausgeprägt; in diesen letzteren Gefäßversuchen wurde das Verhältnis der gerollten zu den ungerollten Blättern als Maß verwendet.

Über den Einfluß der Düngung auf den Anteil als blattrollkrank kenntlicher Stauden am Feld bringt Heilmann (1951) folgende Zahlen:

	% erkannte Blattroller	
	Flava	Ackersegen
ungedüngt	6·7	7·6
Volldüngung (1 N, 1 P, 1 K/Morgen)	6·1	6·3
1 Ztr. N/Morgen einseitig	4·3	5·2
2 Ztr. N/Morgen einseitig	3·6	3·1
3 Ztr. N/Morgen einseitig	2·0	3·4
4 Ztr. N/Morgen einseitig	0·9	

Aus der Mitteilung geht nicht eindeutig die Höhe der Düngung hervor. Es ist nicht klar, ob unter „N“, „P“ und „K“, Stickstoffdünger bzw. Phosphor- und Kalidünger zu verstehen sind oder N, P_2O_5 und K_2O oder N, P und K schlechthin. Sollte unter „N“ nicht „Stickstoffdünger“, sondern Reinstickstoff gemeint sein, so bedeutet 4 Ztr. N/Morgen (= etwa ¼ Hektar) eine Düngung mit etwa 800 kg Reinstickstoff/Hektar (= 4.000 kg/ha Kalkammonsalpeter oder Ammonsulfat!).

Je geringer die Zahl der erkennbaren Blattroller, umso höher war infolge der erschwerten Bereinigung der Anteil blattrollkranker Stauden im Nachbau.

Brandt (1953) berichtet von Ermittlungen des Virusbesatzes nach alleiniger Stallmistdüngung und nach zusätzlicher Verwendung einer mineralischen Düngung (60 kg N, 60 kg P_2O_5, 150 kg K_2O/Hektar). In Hochzuchtbeständen der Sorten Jakobi, Agnes, Ackersegen, Maritta und Panther, mit durchschnittlich 0·7 bis 1·3% schweren Virosen, waren bei gleichzeitiger Gabe von Stallmist und Mineraldünger 56 bis 66% der auf den Flächen ohne Mineraldünger erfaßten viruskranken Stauden erkennbar. In Nachbaubeständen mit höherem Virusbesatz (etwa 14%) waren bei zusätzlicher Mineraldüngung 84% der ohne diese Düngung kenntlichen Viruskranken erfaßbar. Die geringere Maskierung der Symptome im Nachbau ist wahrscheinlich Folge einer wesentlich stärkeren Symptomausprägung bei den bereits mehrjährig kranken Stauden gegenüber den milderen Symptomen bei den jüngeren Infektionen in Hochzuchtsaatgut. Diese Ergebnisse stammen aus Hunderten von Schauversuchen in den verschiedensten Teilen Bayerns. Die Zahlen sind streng vergleichbar, da in jedem Einzelfall die Fläche, auf der beide Düngungsvarianten erprobt wurden, mit dem gleichen Saatgut bestellt war.

Arenz (1954) berichtete, daß in Beständen mit 0·8% viruskranken Stauden bis zu einer Düngung mit 50 kg/Hektar N alle Virusstauden als krank kenntlich waren, bei Düngung mit 70 kg/Hektar N aber nur mehr 60% davon. Der von Flächen mit der geringeren Düngung stammende Nachbau enthielt 6·2% Viruskranke, der von stärker gedüngten 12·6%!

Während Böning und Diercks (1955) in Gefäßversuchen eine ausgeprägte Maskierung bei Stickstoffüberschuß festgestellt hatten, konnten sie in ihren Feldversuchen auf einem Boden mit ausgesprochenem Stickstoffbedürfnis, mittlerem Kali- und geringem Phosphorbedarf bei Er-

höhung der N-Gabe von 80 auf 160 kg/Hektar keine Maskierung des Strichels bei Erdgold und der Roll- und Strichelsymptome bei Erstling feststellen; neben den genannten N-Mengen wurden 40 kg P_2O_5 und 100 kg K_2O je Hektar gegeben.

In den Feldversuchen von Diercks und Sprau (1956) mit Saatgutpartien von Oberarnbacher Frühe mit sehr unterschiedlichem Blattrollbefall wurde bei einer Grunddüngung von 30 kg/Hektar P_2O_5 und 100 kg/Hektar K_2O der Stickstoff in drei Stufen geboten: 15 kg, 60 kg und 120 kg N/Hektar. Bei Beurteilung am 11. Juli waren in den Parzellen mit 60 und 120 kg N 97·6 bzw. 95·9% der Zahl der Kranken zu finden, die bei nur 15 kg N/Hektar kenntlich waren; zu diesem Zeitpunkt konnte somit kaum von einer die Erkennung hindernden Maskierung die Rede sein. Bei Beurteilung am 11. Juni aber waren selbst bei der niedrigsten Stickstoffdüngung nur 57% der Viruskranken kenntlich; wird diese Zahl gleich 100 gesetzt, so waren zu diesem frühen Zeitpunkt mit 60 kg N/Hektar nur 71% (absolut 43%) und mit 120 kg N gar nur 60% (absolut 34%) der Kranken erfaßbar. In diesem Versuch wirkte sich die höhere Stickstoffdüngung zwar nicht in einer Unterdrückung wohl aber in einer ausgeprägten Verzögerung der Symptomausbildung aus. Es handelte sich bei dem Versuchsmaterial um einen größtenteils relativ jungen Virusbefall, da das Saatgut als Nachbau anerkannt war.

Arenz und Hunnius (1959) geben an, daß die Grenze der Maskierung bei einer Stickstoffdüngung von 60 kg N/Hektar liegt und erwähnen, daß mit 70 kg N/Hektar (vergl. Arenz 1954) nur mehr 60% der kranken Stauden erkennbar waren.

Eigene Untersuchungen

In einem Düngungsversuch mit Kartoffeln, der mit einheitlichem Saatgut (Klasse A) der Sorte Maritta angelegt war und 25 Düngungsvarianten umfaßte, konnte der Einfluß von Stickstoff (Kalkammonsalpeter) und von Kalium bzw. Chlor (als 40%iges Kalisalz) in verschiedenen Mengen und Kombinationen auf die Ausbildung der Symptome der virösen Blattrollkrankheit studiert werden. Das Y-Virus, gegen welches die Sorte Maritta sehr resistent ist, trat nur ganz vereinzelt auf (0·09% Kräusel), so daß in dieser Hinsicht keine Auswertung möglich war. Anderseits aber boten die zum Teil sehr hohen Gaben von Kaliumchlorid in Kombination mit abgestuften Stickstoffmengen die Gelegenheit zu einer Auswertung des physiologischen Rollens, das sich bei Maritta in sehr ausgeprägter Form zeigt.

Der Versuchsort liegt in der „Zwettler Mulde“ (Waldviertel, Niederösterreich), in etwa 550 m Seehöhe. Die mittlere Jännertemperatur beträgt —2·9°, die mittlere Julitemperatur 16·2°, die jährliche Niederschlagsmenge 670 mm (Mittel 1901—1950).

In den Vegetationsmonaten des Jahres 1960 waren die folgenden Witterungsbedingungen gegeben:

	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.
Temperatur (Monatsmittel)	6·0	10·8	14·8	14·9	15·3	10·9
Abweichung vom Mittel 1901—1950	—0·2	—0·8	+0·3	—1·3	+0·3	—1·1
Niederschlag mm	29	55	67	106	121	58
Niederschlag in Prozent des Mittels	(59)	(71)	(78)	(105)	(148)	(98)
Tage mit mindestens 5 mm Niederschlag	3	1	4	8	6	4

Der Versuch umfaßte 25 Düngungsvarianten in sechsfacher Wiederholung, mit Einzelparzellen von 8 m Länge und 5 m Breite (= 8 Reihen im Abstand von 62·5 cm) und gelangte auf einem lehmigen Sandboden (Braunerde) mit 3% Humusgehalt (Mull), pH 6·6 bis 6·7 (in KCl) zur Durchführung, der ausgesprochen phosphorarm (Bodenzustand III nach Egnèr-Riehm), aber ziemlich kalireich (Bodenzustand I) war.

Vier Varianten der Stickstoffdüngung (N 0, N 75, N 75 + 75 und N 150 kg/ha) wurden mit sechs Kali-Varianten kombiniert (K_2O 0, K_2O 75, K_2O 150, K_2O 300, K_2O 75+75, K_2O 150+150 kg/ha). Alle diese 24 Düngungsvarianten erhielten einheitlich 200 kg/ha P_2O_5, das in Form von Thomasmehl (17% P_2O_5) bei Versuchsanlage gegeben wurde. Die 25. Variante erhielt neben einer mineralischen Düngung (75 kg N, 200 kg P_2O_5, 150 kg K_2O/ha)*) 250 q/ha Stallmist, gleichfalls im Frühjahr. Thomasmehl und 40%iges Kalisalz wurden am 28. April gegeben, der Anbau erfolgte am 4. und 5. Mai, Stickstoff (in Form von Kalkammonsalpeter „Nitramoncal" mit 20·5% N) wurde am 18. Mai gestreut. Soweit Stickstoff und Kali, in zwei Gaben geteilt, angewendet wurden, erfolgte die zweite zur Zeit vor der Blüte, und zwar wurde der Stickstoffdünger am 21. Juni, das Kalisalz am 30. Juni gestreut.

Die Auswertung beschränkte sich auf 6 von den 8 Reihen jeder Parzelle, um die Randwirkung auszuschalten; es wurden somit 135 Pflanzstellen je Parzelle berücksichtigt. In der Längsrichtung waren die Parzellen durch Zwischenräume in Breite einer Pflanzstelle getrennt.

Bei der ersten Kontrolle des Blattrollauftretens am 28. Juni konnte lediglich ein Teil des Versuches erfaßt werden, und zwar 9 Düngungsvarianten (N 0, N 75 und N 150 in Kombination mit K 0, K 150 und K 300), womit allerdings die wichtigsten berücksichtigt wurden. Bei einer zweiten Kontrolle am 7./8. Juli wurden sämtliche 25 Varianten ausgewertet; die Reihen waren zu diesem letzteren Zeitpunkt in den gut gedüngten Parzellen bereits geschlossen und es war notwendig, Staude für Staude genau zu kontrollieren, um nicht ein leichtes Rollen in den

*) Im folgenden werden der Einfachheit halber K_2O als K und P_2O_5 als P wiedergegeben.

unteren Teilen der Pflanzen zu übersehen; der Bestand enthielt etwa 7% Blattroller.

Tabelle 1

Zahl blattrollkranker Stauden in Abhängigkeit von der Düngung (7./8. Juli 1960)

Summe von je 6 Parzellen zu je 6 Reihen à 8 Meter; 6 × 135 = 810 Pflanzstellen.

Variante 25 (Stallmist): 58 Blattroller (in 6 Parzellen)

	N 0	N 75	N 75 +75	N 150	Summe je K-Variante (je 24 Parzellen)	%
K 0	55	44	44	45	188	84·7
K 75	55	51	40	40	186	83·8
K 150	56	55	57	51	219	98·6
K 300	60	67	45	50	222	100
K 75 + 75	54	61	52	44	211	95·0
K 150 + 150	52	49	54	51	206	92·8
Summe je N-Variante (Je 36 Parzellen)	332	327	292	281		
Prozent	100	98·5	88·0	84·6		

Kleinste gesicherte Differenz	95%	99%	99·9%
Vergleich der Summen der N-Varianten	30	66	85
Vergleich der Summen der K-Varianten	43	56	72

Wie Tabelle 1 zeigt, war am 7./8. Juli mit 75 kg N/ha nur eine geringfügige, nicht ausreichend gesicherte Maskierung von 1·5% der Blattrollkranken angedeutet und selbst mit 150 kg N/ha waren nur etwa 15% der Kranken nicht erfaßt worden. In den Parzellen ohne oder mit schwacher Kaligabe (75 kg K/ha) waren gleichfalls um etwa 15% weniger Blattroller erfaßbar als in der höchsten Kalidüngungsstufe.

Tabelle 2 vergleicht die Erfaßbarkeit blattrollkranker Stauden in den 9 wichtigsten Düngungsvarianten am 28. Juni und 9 Tage später (am 7./8. Juli), in welcher Zeitspanne ein kräftiger Zuwachs erfolgte, nachdem nach längerer Trockenheit am 29. Juni 16 mm Regen gefallen waren. In den Parzellen ohne Stickstoffdüngung konnten am 28. Juni nur 84% der 9 Tage später erkennbaren Blattroller erfaßt werden, bei einer N-Gabe von 75 kg/ha nur 74% und bei 150 kg N/ha gar nur 59% (Tabelle 2, Prozentwerte d). Im Vergleich zu der in den nicht mit Stickstoff gedüngten Parzellen am 7. Juli festgestellten Anzahl blattrollkranker Stauden wurden 9 Tage vorher in den N 0-Parzellen 84%, in den N 75-Flächen 72% und mit 150 kg N/ha nur 30% gefunden (Tabelle 2, Prozentwerte b). Die Zahl der am 28. Juni noch nicht erkannten Blattroller stieg von 27 in den N 0- auf 43 in den N 75- und auf 60 in den N 150-Parzellen.

Tabelle 2

Zahl blattrollkranker Stauden in Abhängigkeit von der Düngung am 28. Juni und 7. Juli 1960.

Summe von je 6 Parzellen zu je 6 Reihen à 8 Meter = 810 Pflanzstellen.

	N 0			N 75			N 150			Summen je K-Variante*)			Prozent			
	7. Juli 1960	28. Juni 1960	(Differenz)	7. Juli 1960	28. Juni 1960	(Differenz)	7. Juli 1960	28. Juni 1960	(Differenz)	7. Juli 1960	28. Juni 1960	(Differenz)				
K 0	55	44	(11)	44	27	(17)	45	21	(24)	144	92	(52)	81·4	52·0	67·6	63·9
K 150	56	48	(8)	55	44	(11)	51	33	(18)	162	125	(37)	91·5	70·6	91·9	77·2
K 300	60	52	(8)	67	52	(15)	50	32	(18)	177	136	(41)	100	76·8	100	76·8
										(A)	(B)	(C)	(a)	(b)	(c)	(d)
Summen je N-Variante*)	171	144	(27)	166	123	(43)	146	86	(60)	A B C						
%	100			97·1			85·4			a						
%		84·2			71·9			50·3		b						
%		100			85·4			59·2		c						
%		84·2			74·1			58·9		d						

*) je 18 Parzellen

Kleinste gesicherte Differenz		*95%*	*99%*	*99·9%*
Vergleich der Summenwerte (18 Parzellen)	*A:*	*43*	*57*	*74*
	B:	*37*	*49*	*64*
	C:	*20*	*27*	*36*
	(A):	*42*	*57*	*74*
	(B):	*38*	*51*	*66*
	(C):	*21*	*28*	*37*
Vergleich der Blattroller-Pflanzen vom 28. Juni 1960 (6-Parzellen-Werte):		*21*	*28*	*36*
Vergleich der Differenzen der Blattroller-Pflanzen (7. Juli — 28. Juni, 6-Parzellen-Werte):		*12*	*16*	*21*

Prozentwerte: a): Anteil der am 7./8. Juli erkannten Blattroller in Prozent der Blattroller in den N 0-Parzellen vom 7./8. Juli.

b: Anteil der am 28. Juni erkannten Blattroller in Prozent der am 7./8. Juli in den N 0-Parzellen erfaßten.

c: Anteil der am 28. Juni erkannten Blattroller in Prozent der in den N 0-Parzellen am 28. Juni erfaßten.

d: Anteil der am 28. Juni erfaßten Blattroller in Prozent der in der jeweiligen N-Stufe am 7./8. Juli erfaßten.

Für die Reihen (a), (b), (c) und (d), die einen Vergleich der Erkennung der Blattroller in den verschiedenen Stufen der Kalidüngung erlauben, gilt Analoges; die größte Anzahl erkannter Blattroller fand sich in den K 300-Parzellen, die als Vergleichsbasis (100%) dienen.

Die am 21. Juni zusätzlich gegebene Düngung mit 75 kg N/ha deutete sich bei der Kontrolle am 7. Juli gegenüber den Parzellen mit einer einzigen 75 kg N/ha-Düngung (beim Anbau) in einer verstärkten Maskierung an, die aber geringer blieb als auf den Parzellen, welche sogleich beim Anbau 150 kg N/ha erhalten hatten (Tab. 1); der spät gebotene Stickstoff hatte sich nach 14 Tagen weniger als der zum Anbau gegebene ausgewirkt. Die zusätzliche Kalidüngung vom 30. Juni zeigte keine klaren Auswirkungen, was zum Teil mit den geringen Unterschieden im Anteil erkennbarer Blattroller, zum Teil aber mit der kurzen Zeitspanne zwischen Düngung (30. Juni) und Kontrolle (7. Juli) zusammenhängt.

Am 18. Juli 1960 wurde an einem Großteil der Parzellen eine weitere Kontrolle durchgeführt. Die Stauden waren seit der letzten Kontrolle vom 7./8. Juli sehr stark gewachsen, hatte es doch in der Zeit vom 6. bis 17. Juli 70 mm Niederschlag, auf 8 Tage verteilt, gegeben. In der Zahl der Blattroller war keine Veränderung mehr festzustellen, auch nicht in den mit Stickstoff am stärksten gedüngten Parzellen.

Wenn man berücksichtigt, daß zur Zeit der Beurteilung am 28. Juni die anfangs Mai angebauten Kartoffeln zumindest in den mäßig und gut gedüngten Parzellen bereits sehr groß waren — knapp vor dem Schließen der Reihen — so wird es offensichtlich, wie beträchtlich die Rolle der Maskierung ist, zumindest bei einem Material, das zum überwiegendsten Teil junge Infektionen enthält, wie dies bei anerkanntem Saatgut zutrifft.

Die Verminderung der Symptomausprägung durch stärkere Stickstoffdüngung kommt wahrscheinlich auch darin zum Ausdruck, daß in sämtlichen N 0-Parzellen insgesamt 10 Stauden mit nur sehr leichten Rollsymptomen vorhanden waren, bei N 75 waren es 15 und bei N 150 18 Stauden; diese nur leicht Blattrollkranken sind in den obigen Zahlen eingeschlossen.

Zur Maskierung der Blattrollsymptome, der Nichterfaßbarkeit auch bei genauester Prüfung, kommt also noch hinzu, daß mit der Höhe der Stickstoffdüngung auch die Klarheit der Ausprägung der Symptome abnimmt, d. h. daß die Gefahr steigt, blattrollkranke Stauden bei Be-



Abb. 1. Sorte Maritta, Düngung N 0, P 200, K 0; links ein Virusroller, rechts eine Staude mit starkem physiologischem Rollen (Mittel 3·5). Photos Abb. 1 bis 6 am 7. Juli 1960.

reinigung und Anerkennung zu übersehen. Durch die Verzögerung der Symptomausbildung, die aus den mitgeteilten Zahlen eindeutig hervorgeht, kommt es vielfach erst bei voller Entwicklung der Stauden zu einer Ausprägung auch des Blattrolls; zu diesem Zeitpunkt aber besteht bereits die Gefahr, daß die kleiner gebliebenen Stauden, die relativ spät das Rollen zeigen, von den gesunden größeren überwachsen werden bzw. daß die untersten Blätter mit Rollsymptomen durch das übrige Blattwerk verdeckt sind (vergl. Abb. 1 und 5).

Physiologisches Blattrollen

Die Sorte Maritta neigt zu physiologischem Rollen der Blätter. Im Versuch war es auf den nur mit Phosphorsäure gedüngten, an bodenbürtigem Kali reichen aber stickstoffarmen Parzellen sehr ausgeprägt (Mittel 3·5, Abb. 1, Tab. 3). Eine zusätzliche Kaliumchlorid-Düngung bewirkte eine gewisse, allerdings nicht mehr sehr ausgeprägte Steigerung des Rollens (Abb. 3, 4 u. 6). Das physiologische Blattrollen geht primär auf eine Stärkeschoppung zurück; die produzierten Kohlehydrate können infolge des Stickstoffmangels nicht verarbeitet werden. Dementsprechend bewirkt bereits die Gabe von 75 kg N/ha eine wesentliche Verminderung des physiologischen Blattrollens, das bei Steigerung der N-Gabe auf 150 kg/ha noch weiter zurückgeht (Abb. 2 und Tabelle 3).

Zwischen der Gelbfärbung der Blätter und dem physiologischen Blattrollen zeigt sich eine weitgehende Parallele. Auf den ungedüngten Parzellen verursacht Stickstoffmangel eine sehr helle gelbliche Blattfärbung (Stufe 3·0, Tab. 4), die durch Kaliumchlorid-Gaben noch weiter verstärkt werden (Tab. 4, Stufe 3·8 bei N 0, P 200, K 300). 75 kg N/ha

und noch ausgeprägter 150 kg N/ha bewirken eine wesentlich gesündere grüne Farbe des Blattes, die jedoch durch hohe Kaliumchlorid-Gaben wieder ins Gelbliche verändert wird (vergl. Tabelle 4).

Tabelle 3

Physiologisches Rollen der Blätter in Abhängigkeit von der Düngung (7./8. Juli 1960)

1 = fehlendes physiologisches Blattrollen
4 = Parzellen mit stärkstem physiologischem Blattrollen (Vergl. Abb. 2)

	N 0	N 75	N 75+75	N 150	Mittel der K-Varianten
K 0	3·5	2·1	2·0	1·1	2·17
K 75	3·9	2·3	2·1	1·7	2·50
K 150	3·8	2·7	2·1	2·0	2·67
K 300	3·8	2·7	2·2	1·7	2·60
K 75+75	3·6	2·4	2·3	1·3	2·42
K 150+150	3·8	2·2	2·2	2·0	2·54
Mittel der N-Varianten	3·75	2·40	2·14	1·64	

Kleinste gesicherte Differenz	95%	99%	99·9%
Vergleich aller Düngungsvarianten	0·33	0·44	0·56
Vergleich der N-Varianten	0·15	0·20	0·26
Vergleich der K-Varianten	0·19	0·25	0·32

Tabelle 4

Blattfarbe in Abhängigkeit von der Düngung (7./8. Juli 1960)

1 = dunkelgrün (Normalfärbung mit Stickstoff gutgedüngter Maritta)
4 = gelbgrün (Farbton nach Biesalski [1957] zwischen 24 : 5·5 : 3 und 24 : 7 : 3).

	N 0	N 75	N 75+75	N 150	Mittel der K-Varianten
K 0	3·0	2·0	1·6	1·1	1·91
K 75	3·3	1·9	1·9	1·4	2·15
K 150	3·3	2·0	2·0	1·8	2·29
K 300	3·8	2·3	1·9	1·9	2·50
K 75+75	3·3	2·1	2·1	1·0	2·10
K 150+150	3·4	2·2	2·2	1·7	2·37
Mittel der N-Varianten	3·36	2·08	1·94	1·50	

Kleinste gesicherte Differenz	95%	99%	99·9%
Vergleich aller Düngungsvarianten	0·30	0·40	0·51
Vergleich der N-Varianten	0·15	0·19	0·25
Vergleich der K-Varianten	0·17	0·22	0·29



Abb. 2. Sorte Maritta, Düngung N 150, P 200, K 0; nahezu kein physiologisches Rollen (Mittel 1·1), Bestand geschlossen.

Die Spätdüngung mit 75 kg N/ha in den N 75 + 75-Parzellen wirkt sich sowohl im physiologischen Rollen wie auch in der Färbung deutlich aus; diese Parzellen nehmen eine Mittelstellung zwischen der N 75- und der N 150-Gabe ein. Die noch später erfolgte Kopfdüngung mit Kalisalz in den K 75 + 75- und den K 150 + 150-Parzellen zeigt in physiologischem Rollen und Färbung keinerlei klare Auswirkung, ebenso wie hinsichtlich des Anteils der erkennbaren Virusroller, während bei den verschiedenen Stufen der N-Düngung eine vollkommene Parallele zwi-



Abb. 3. Sorte Maritta. Düngung N 0, P 200, K 75; starkes physiologisches Rollen (Mittel 3·9). Schwächlicher gelblich gefärbter Bestand (Gelbfärbung Mittel 3·3).

schen Erkennbarkeit der Virusroller, physiologischem Rollen und Färbung der Blätter besteht.

Aus den Abbildungen 2 und 3 wird der große Entwicklungsunterschied zwischen den mit Stickstoff reichlich versorgten und den Stickstoffmangelpflanzen kenntlich. Der Knollenertrag der Düngungsart N 150, P 200, K 0 (Abb. 2) erreichte mit 405·8 q 154% des Ertrages der Düngung mit N 0, P 200, K 75 (Abb. 3).

Während der mittlere Ertrag aller N 0-Parzellen nur 254 q ausmachte, stieg er bei N 75 bzw. N 75 + 75 und N 150 auf 348 q bzw. 376 q und 395 q an. Durch die zusätzliche Kalidüngung blieb der Knollenertrag im Durchschnitt unbeeinflußt, beim Stärkeertrag zeigte sich sogar ein Absinken bei höheren Kaliumchlorid-Gaben, wohl die bekannte negative Auswirkung der Chlorzufuhr.



Abb. 4. Sorte Maritta, Düngung N 0, P 200, K 75.
Starkes physiologisches Rollen (Mittel 3·9). Detail zu Abb. 3.

Die Ergebnisse der Stärkeertragsbestimmungen unterstreichen somit das schon aus dem Aussehen der Stauden Ersichtliche: Eine Störung der Entwicklung durch die hohen Kaliumchlorid-Gaben (vergl. De Lint und Leeuwenburgh, 1958, S. 52).

Besprechung der Ergebnisse

In Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Diercks und Sprau (1956) konnte festgestellt werden, daß bei Beurteilung der nahezu vollentwickelten Pflanzen anfangs bis Mitte Juli auch bei Düngergaben über 60 kg N/ha eine Maskierung kaum oder nur zu einem sehr geringen Prozentsatz gegeben ist; selbst bei 150 kg N/ha waren in den durchgeführten Versuchen am 7. Juli nur etwa 15% der ohne N-Düngung erfaßbaren Roller nicht zu erkennen. Daß dagegen auch nur 60 kg N



Abb. 5. Sorte Maritta, Düngung N 150, P 200, K 150; in der linken Bildhälfte ein durch Nachbarstauden stark verdeckter Virusroller. Leichtes physiologisches Rollen (Mittel 2·0).

(als Mineraldünger) nicht nur bei gleichzeitiger Stallmistgabe, sondern auch ohne eine solche, eine wesentliche Verzögerung der Ausprägung der Symptome von Blattroll bewirken, die den Erfolg einer Bereinigung wesentlich vermindern kann, geht bereits aus den Mitteilungen von Brandt (1953) und von Diercks und Sprau (1956) hervor. Die eigenen Versuche, in welchen nur die Stufen N 0, N 75 und N 150 geprüft wurden, weisen in die gleiche Richtung: Ende Juni konnten bei N 0 zwar 84% der 9 Tage später kenntlichen Blattroller als solche erfaßt



Abb. 6. Sorte Maritta, Düngung N 0, P 200, K 300; starkes physiologisches Rollen (Mittel 3·8), schwächlicher stark gelblicher Bestand (Gelbfärbung Mittel 3·8).

werden, bei N 75 aber nur 74% und bei N 150 gar nur 59% (die letzteren stellen 50% der anfangs Juli in den N 0-Parzellen kenntlichen Blattroller dar). Zweifellos war zu noch früheren Zeitpunkten, in welchen die Bereinigung aber bereits dringend notwendig ist, der Anteil der erkennbaren Blattroller in den mit Stickstoff gedüngten Parzellen noch wesentlich geringer. In den Versuchen von D i e r c k s und S p r a u (1956) waren am 11. Juni bei 60 kg N/ha nur 43% und mit 120 kg N/ha nur 34% der Roller kenntlich gewesen, die ein Monat später auch bei der höchsten N-Gabe zu 96% zu erkennen waren.

Es ist also damit erwiesen, daß auch bei Stickstoffgaben, die als durchaus normal gelten und notwendig sind, einen entsprechenden Saatgutertrag zu sichern, etwa 60 kg N/ha, mit einer gewissen Verzögerung der Ausprägung der Blattrollsymptome zu rechnen ist.

Bei der praktischen Durchführung von Bereinigung und Anerkennung ist auch noch die Ausprägung milderer Blattrollsymptome als Folge einer Stickstoffdüngung zu beachten. Anderseits erschwert das starke physiologische Rollen und die Gelbfärbung der Stauden bei Stickstoffmangel bzw. Überschuß an Kaliumchlorid die Feststellung der virösen Blattrollkrankheit; es ist eine besonders sorgfältige Kontrolle notwendig, um Stauden mit physiologischem Rollen der Blätter von Virusrollern zu unterscheiden.

Zusammenfassung

In einem Düngungsversuch auf stickstoffarmem Boden an der Sorte Maritta zeigte sich mit 75 kg N/ha bei Spätbeurteilung (anfangs Juli) keine nennenswerte Maskierung blattrollkranker Stauden; selbst mit 150 kg N/ha waren bloß 15% der Blattroller nicht erkennbar. Durch die Stickstoffdüngung trat jedoch eine wesentliche Verzögerung der Symptomausbildung ein: Ende Juni (9 Tage vor der Spätbeurteilung) waren mit 75 kg N/ha nur 85%, mit 150 kg N nur etwa 60% der zu diesem Zeitpunkt ohne Stickstoffdüngung kenntlichen Blattroller erfaßbar.

Auf die Zahl der anfangs Juli ohne Stickstoffdüngung kenntlichen Blattroller bezogen, waren 9 Tage vorher in den N 0-Parzellen 84%, mit 75 kg N 72% und mit 150 kg N/ha sogar bloß 50% der Kranken kenntlich.

Das die Virusdiagnose erschwerende physiologische Blattrollen und die Gelbfärbung der Blätter wurden durch steigende KCl-Gaben intensiviert, durch erhöhte Stickstoffmengen aber vermindert.

Summary

T h e e f f e c t o f f e r t i l i z e r s o n t h e s y m p t o m s o f l e a f - r o l l i n p o t a t o e s.

In field experiments, on a soil deficient in nitrogen but rich in potassium, the influence of fertilizers on masking of virus leaf roll in

the variety Maritta has been investigated. Three quantities of nitrogen (calcium ammonium nitrate, 0, 75 and 150 kg N/ha) have been applied each in combination with four grades of potassium chloride (40% chloride of potash, 0, 75, 150 and 300 kg K_2O/ha).

In the beginning of July there was no or only negligible masking of leaf roll in potatoes fertilized with 75 kg N/ha. On plots with 150 kg N/ha masking was slight, about 15% of the leaf roll plants could not be recognized as diseased. Nitrogen caused however a very pronounced delay in the development of leafroll symptoms. On June 28, nine days before the above-mentioned scores were taken, the following results were obtained: Without nitrogen fertilization 84% of the diseased potato plants, recorded on July 7, were recognized, but on the plots with 75 and 150 kg N/ha only 72 and 50%, respectively, of the infested plants exhibited symptoms of leafroll.

In addition some observations regarding the influence of nitrogen and potassium chloride on nonparasitic (physiologic) leaf roll and colour of the leaves are reported.

Literatur

A r e n z, B. (1954): Möglichkeiten der Pflanzkartoffelerzeugung in Bayern. Arb. DLG, 32, 54—63.

A r e n z, B. & H u n n i u s, W. (1959): Grundlagen und Technik des Pflanzkartoffelbaues. BLV Verlagsgesellschaft München, 90 Seiten.

B i e s a l s k i, E. (1957): Pflanzenfarbenatlas für Gartenbau, Landwirtschaft und Forstwesen mit Farbzeichen nach DIN 6164. Musterschmidt-Verlag, Göttingen.

B ö n i n g, K. & D i e r c k s, R. (1955): Versuche über den Einfluß der Mineralsalzernährung auf die Empfänglichkeit der Kartoffelpflanze für Blattroll- und Strichelkrankheit. Bayr. Landw. Jahrb., 32, 276—323.

B r a n d t, H. (1953): Über die im Jahre 1952 in Bayern durchgeführten Schauversuche zur Demonstration von Pflanzgutwechsel und Düngeranwendung im Kartoffelbau. Pflanzenschutz, München, 5, 41—46, 64—67.

D i e r c k s, R. & S p r a u, F. (1956): Versuch zur Frage des Einflusses der Stickstoffdüngung auf Krankheitsbild und Ertrag verschieden stark abgebauter Kartoffelherkünfte. Bayr. Landw. Jahrb., 33, 37—46.

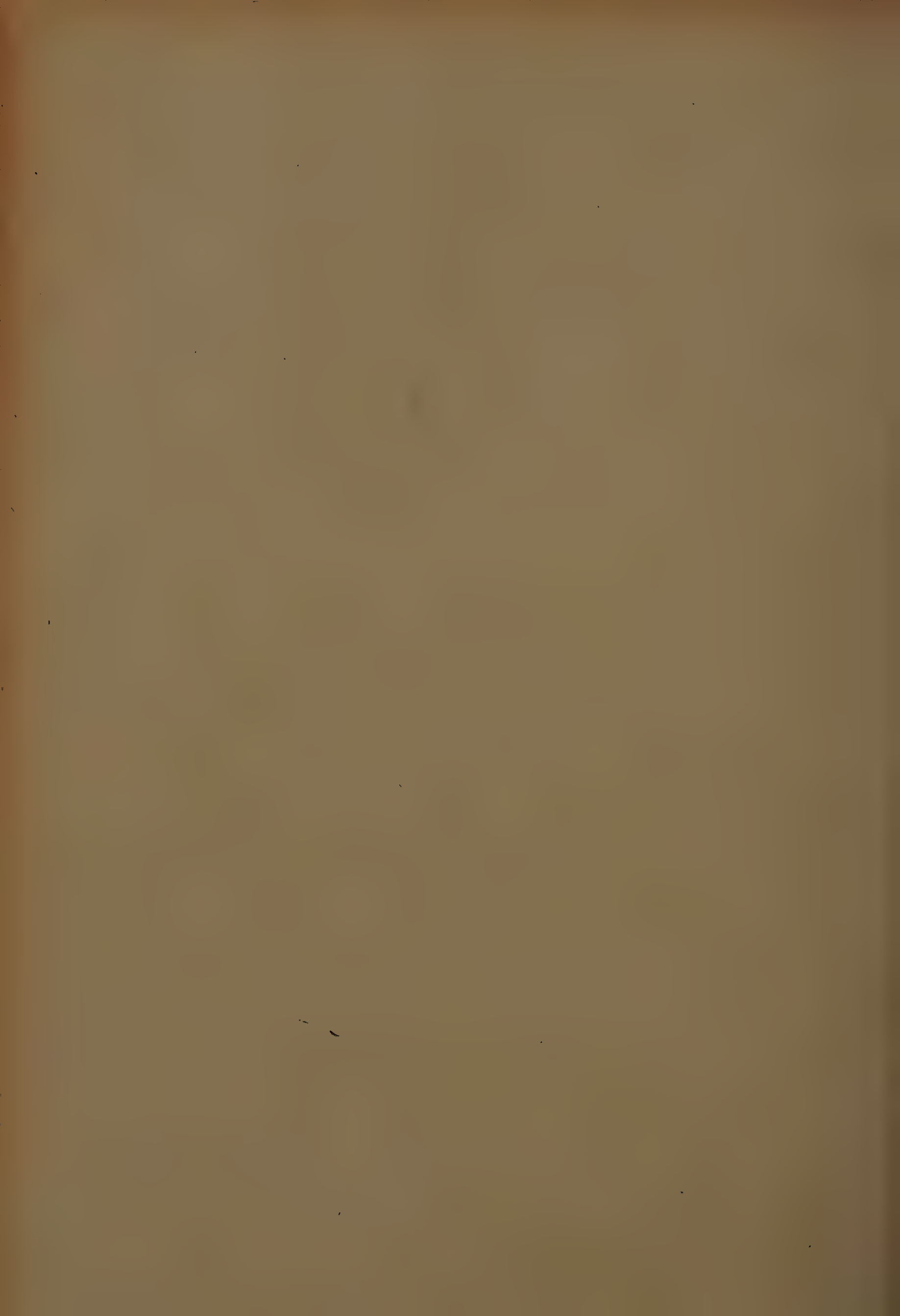
F e l t o n, M. W. (1948): The effect of temperature, moisture and nitrogen on the development of leaf roll symptoms in the Irish potato. Amer. Potato J., 25, 50—51.

Heilmann, U. (1951): Die Maskierung von Blattrollvirus in Abhängigkeit von Pflanztermin und Stickstoffdüngung. Kartoffelbau, 2, 140—141.

De Lint, M. M. & Leeuwenburgh, J. (1958): Ziekten en beschadigingen van de aardappel. Versl. en Meded. Plantenziektenk. Dienst Nr. 128, 68 Seiten.

Wilson, J. H. (1955): Effects of nutrition and light intensity on symptoms of leaf roll virus infection in the potato plant. Annals appl. Biol., 43, 273—287.

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien, Wettermeldungen aus Österreich.



(Aus der Bundesanstalt für Pflanzenschutz, Wien)

Einfluß wichtiger Witterungsfaktoren auf die Flugtätigkeit des Apfelwicklers *Carpocapsa pomonella* L.

Von

K. Russ

1. Einleitung

Seit dem Jahre 1958 werden in verschiedenen österreichischen Obstbaugebieten Beobachtungen über den Flug des Apfelwicklers (*Carpocapsa pomonella* L.) mit Hilfe von Robinson-Lichtfallen (Ultraviolett-Lichtfallen) durchgeführt. Die exakten täglichen Flugkontrollen sollten die Grundlage für eine Verbesserung der Bekämpfung des Apfelwicklers bilden, für die bekanntlich die richtige Bestimmung der Spritztermine Voraussetzung ist. Die bisherigen Erfahrungen lassen gute Erfolge dieser Bemühungen erkennen, so daß es gerechtfertigt erscheint, die dargelegte Zielsetzung weiter zu verfolgen.

Zur Erweiterung unserer Kenntnisse über den Flug des Apfelwicklers und zum besseren Verständnis der von uns mit Hilfe der Lichtfallen erzielten Fangergebnisse erschien es uns angebracht, das nunmehr vorliegende, innerhalb der letzten vier Jahre gesammelte Beobachtungsmaterial in Bezug auf die Einwirkung wichtiger Wetterfaktoren auf den Flug des Apfelwicklers und die Fängigkeit der Robinson-Lichtfallen einer Analyse zu unterziehen. Zu diesem Zwecke haben wir die seit 1958 gesammelten Apfelwicklerfangdaten eines bestimmten Beobachtungsortes (Wien-Augarten) zu verschiedenen Wetterfaktoren in Beziehung gesetzt und die Bedeutung dieser Faktoren für den Flug des Apfelwicklers zu deuten versucht.

2. Literaturübersicht

Es liegen bereits zahlreiche Ergebnisse über den Einfluß bestimmter Witterungsfaktoren auf den Flug des Apfelwicklers vor. So erwähnt z. B. Borden (1931), daß zweifellos die Temperatur, die Feuchtigkeit, die Lichtintensität und auch die Luftbewegung großen Einfluß auf den Ablauf des Fluggeschehens haben können. An Hand seiner Beobachtungen stellte er fest, daß kaum spürbarer Wind die Flugtätigkeit herabsetzt. Im Ver-

laufe zehnjähriger Beobachtungen konnte Eyer (1937) nachweisen, daß die Temperatur und die relative Luftfeuchtigkeit vor allem dann den Flug des Apfelwicklers negativ beeinflussen, wenn sie oberhalb oder unterhalb des Flugoptimums liegen. Zech (1955) betont die besonders flughemmende Wirksamkeit von Niederschlägen und stellt fest, daß bereits leichte Regenfälle die Tiere veranlassen, geschützte Stellen aufzusuchen und den Flug einzustellen. Die größte Flugstimmung konnte er an windstillen Tagen nachweisen. Der Temperatur schreibt dieser Verfasser den größten Einfluß auf den Ablauf des Falterfluges zu, denn er konnte beobachten, daß bei Temperaturen unter 18° C nur noch vereinzelt Falter gefangen werden und das Optimum für den Flug bei 20° C liegt. Auch die Bedeutung des Windes als flughemmenden Faktor konnte Zech nachweisen; bei Windstärke 7 war kein Apfelwicklerflug mehr festzustellen.

Über den negativen Einfluß des Regens berichten Schneider *et al.* (1957), die nachweisen, daß Regen den Falterfang drei Tage lang unterbrechen kann und daß auch Wind den Flug sehr stark stört.

In ihrer Untersuchung über die Wetterabhängigkeit von Insektenfängen in Gelbschalen zeigten Faber und Undt (1960), daß die niedrigsten Fangzahlen bei kaltfeuchtem und kalttrockenem Wetter, die höchsten bei warmfeuchtem und warmtrockenem Wetter gemacht wurden, was deutlich die Abhängigkeit der Flugtätigkeit von wichtigen Wetterfaktoren erkennen läßt. Auch in einer vom Verfasser (Russ, 1960) veröffentlichten Untersuchung über den Flug des Apfelwicklers konnte gezeigt werden, daß die täglichen Niederschläge und auch tiefe Temperaturen einen negativen Einfluß auf den Falterflug ausüben. Kotte (1958) wiederum mißt besonders der Helligkeit (Bewölkung) in den Fangnächten Bedeutung bei, wenn er behauptet, daß in Vollmondnächten die Fängigkeit der Lichtfallen stark leide und aus diesem Grund Vorsicht bei der Einschätzung der Fangergebnisse an solchen Beobachtungstagen geboten wäre.

3. Eigene Untersuchungen

Die täglichen Fangergebnisse einer bestimmten Beobachtungsstelle (Wien-Augarten) aus den Jahren 1958 bis 1961 wurden zu den an den Fangtagen um 21 Uhr gegebenen wichtigen Wetterfaktoren in Beziehung gebracht, um den Einfluß der verschiedenen Faktoren auf das Fluggeschehen des Apfelwicklers analysieren zu können. Berücksichtigung fanden folgende Faktoren:

Lufttemperatur, Niederschlagsmenge, Wind, Bewölkung, Relative Luftfeuchtigkeit, Luftdruck.

Die Werte der verschiedenen Witterungsfaktoren wurden den exakten Aufzeichnungen der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik für Wien-Hohe Warte entnommen. Dies bedeutet insoferne eine gewisse Ungenauigkeit, als die Lichtfallenstation Wien-Augarten etwa 6 km von der Wetterbeobachtungsstelle entfernt liegt und möglicherweise dadurch ge-

ringfügige Abweichungen im örtlichen Wetterablauf nicht genau genug erfaßt werden konnten. Dieser geringfügige Fehler wird aber wohl zu vernachlässigen sein.

Die täglichen absoluten Fangzahlen wurden den jeweils um 21 Uhr registrierten Witterungsfaktoren gegenübergestellt. Um den Einfluß der verschiedenen Wettergrößen auf die Fanghöhe auch zahlenmäßig richtig erfassen zu können, wurde die sogenannte „Theoretische Falterzahl" für jede Wetterfaktorengröße auf Grund der Häufigkeit dieses Faktorwertes im Beobachtungszeitraum, mittels folgender Gleichung errechnet:

$$x = \frac{B\,.\,C\,.}{A}$$

x = Errechnete „Theoretische Falterzahl" bei einer bestimmten Größe eines Wetterfaktors.

A = Häufigkeitsprozente einer als Bezugsbasis gewählten Wetterfaktorengröße innerhalb eines bestimmten Beobachtungszeitraumes.

B = Summe der tatsächlich beobachteten Falterzahlen bei Vorliegen der als Bezugsbasis gewählten Wetterfaktorengröße innerhalb eines bestimmten Beobachtungszeitraumes.

C = Häufigkeitsprozente jener Wetterfaktorengröße, innerhalb eines bestimmten Beobachtungszeitraumes, für die die theoretische Falterzahl x berechnet werden soll.

Die Notwendigkeit der Berechnung des theoretisch zu erwartenden Falterfanges ergab sich aus der Überlegung, daß bestimmte Werte von Witterungsfaktoren während des Beobachtungszeitraumes häufiger anzutreffen sind als andere und daher die tatsächlichen Fangzahlen bei häufiger vorkommenden Faktorenwerten höher liegen werden, als bei jenen Werten, die selten sind. Der positive oder negative Einfluß eines Wetterfaktors kann aber nur dann richtig eingeschätzt werden, wenn die Differenz zwischen der theoretischen Falterzahl und der Zahl der tatsächlich festgestellten Falter bekannt ist. Diese Differenz kann nach Berechnung der theoretischen Falterzahlen durch Subtraktion von den tatsächlich beobachteten Falterzahlen ermittelt werden.

Die theoretischen und tatsächlichen Falterzahlen wurden jahrweise errechnet und aus diesen Jahresmittelwerten der vierjährige Durchschnitt bestimmt und graphisch bzw. fallweise auch tabellarisch dargestellt. An Hand dieser Kurven war es möglich, den Einfluß der verschiedenen Faktoren auf den Flug des Apfelwicklers in Form der Differenz zwischen theoretischer und tatsächlicher Falterzahl abzulesen.

Der Besprechung der Ergebnisse dieser Untersuchungen sei vorausgeschickt, daß die Schlüsse, die aus solchen Ergebnissen gezogen werden, jeweils nur den Einfluß eines einzigen Wetterfaktors berücksichtigen können, hingegen aber das Zusammenspiel mehrerer Faktoren zu einem letztlich wirksamen Wettermilieu, wie dies F a b e r und U n d t (1960)

aufgezeigt haben, nicht augenscheinlich wird. Es ist jedoch nicht zu übergehen, daß auch die Betrachtung einzelner, gewissermaßen aus dem ganzheitlichen Wettergeschehen herausgelöster Wetterfaktoren hinreichende Einschätzung ihrer Wirksamkeit auf den Falterflug erbringen kann. Es war möglich, die wichtigsten Wetterfaktoren auf diese Weise in ihrer Bedeutung für den Flug des Apfelwicklers zu erkennen und sie ihrer Wirksamkeit entsprechend zu klassifizieren.

3,1) Ergebnisse

3,11) *Lufttemperatur*

Wie Verfasser schon früher (Russ, 1960) darlegen konnte, zeigt sich der Einfluß der Lufttemperatur zur Zeit der Flugstunden des Apfelwicklers auf den Flug in der Tatsache, daß niemals Falter an Abenden mit Temperaturen unter 12° C gefangen werden konnten. Da nunmehr bereits vierjähriges Beobachtungsmaterial vorlag, konnte darangegangen werden, den Einfluß der um 21 Uhr, also zur Flugzeit des Falters, gemessenen

Tabelle 1

Übersicht über die tatsächlichen und theoretischen Falterzahlen bei bestimmten Lufttemperaturen und in verschiedenen Beobachtungsjahren

Luft-temp. in C°	Tatsächliche Falterzahlen					Theoretische Falterzahlen				
	1958	1959	1960	1961	Durchschnitt	1958	1959	1960	1961	Durchschnitt
5	0	0	0	0	**0·0**	0·0	0·0	0·0	0·0	**0·0**
6	0	0	0	0	**0·0**	0·0	0·0	0·0	0·5	**0·1**
7	0	0	0	0	**0·0**	0·0	0·0	0·5	0·5	**0·2**
8	0	0	0	0	**0·0**	2·6	0·0	0·0	0·5	**0·8**
9	0	0	0	0	**0·0**	0·0	1·0	0·0	1·6	**0·6**
10	0	0	0	0	**0·0**	0·0	2·1	1·1	2·2	**1·3**
11	1	0	0	0	**0·2**	1·3	4·2	3·5	4·4	**3·3**
12	0	2	0	0	**0·5**	6·7	6·4	3·5	1·1	**4·4**
13	0	2	1	0	**0·7**	6·7	11·7	3·5	2·7	**6·2**
14	2	5	0	1	**2·0**	16·2	6·4	8·2	2·2	**8·2**
15	6	5	1	1	**3·2**	14·8	6·4	8·2	3·8	**8·3**
16	24	15	10	3	**13·0**	24·0	15·0	10·0	4·4	**13·3**
17	8	5	6	5	**6·0**	21·8	12·8	9·4	5·0	**12·2**
18	21	29	7	6	**15·7**	13·5	11·7	10·0	2·2	**9·3**
19	25	68	1	4	**24·5**	5·4	15·0	4·7	1·6	**6·6**
20	58	67	11	5	**35·2**	9·4	12·8	6·4	1·1	**7·4**
21	29	43	6	24	**25·5**	6·7	7·4	2·3	2·2	**4·6**
22	28	8	0	11	**11·7**	8·1	4·2	1·7	1·1	**3·7**
23	16	15	0	1	**8·0**	5·4	2·1	1·7	0·5	**2·4**
24	10	0	2	24	**9·0**	4·0	0·0	1·1	1·6	**1·6**
25	6	0	0	0	**1·5**	2·6	0·0	0·0	0·0	**0·6**
26	0	32	0	0	**8·0**	0·0	3·2	0·0	0·0	**0·8**
27	0	0	0	0	**0·0**	1·3	0·0	0·0	0·0	**0·3**
28	7	0	0	0	**1·7**	4·0	0·0	0·0	0·0	**1·0**
29	0	0	0	0	**0·0**	1·3	0·0	0·0	0·0	**0·3**
30	0	0	0	0	**0·0**	1·3	0·0	0·0	0·0	**0·3**

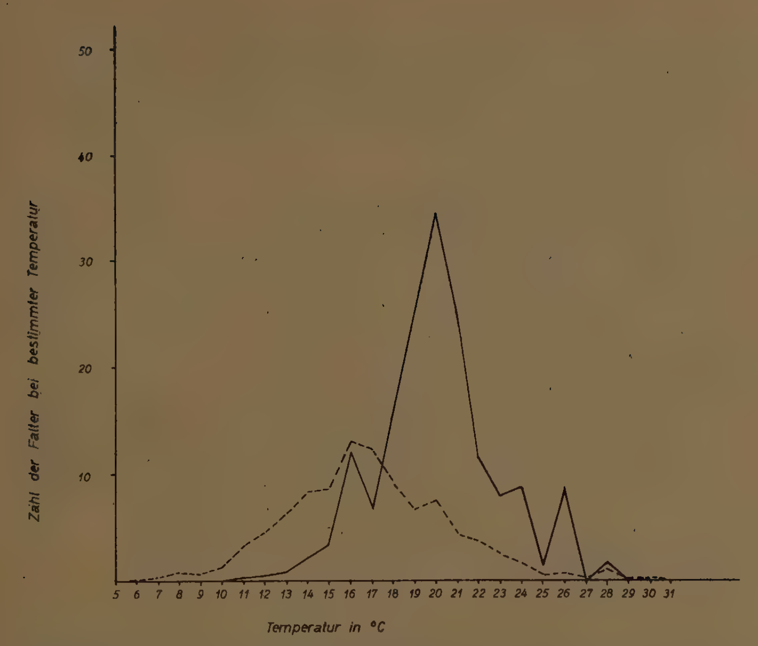


Abb. 1. Einwirkung der Lufttemperatur auf den Flug von *Carpocapsa pomonella* L. Verlauf der theoretischen und tatsächlichen Falterzahlen bei bestimmten, um 21 Uhr in Wien-Hohe Warte gemessenen Lufttemperaturen. (Durchschnittswerte aus vier Beobachtungsjahren.) Beobachtungsort Wien-Augarten, Robinson-Lichtfallenfang.

Zeichenerklärung: ——— = tatsächlicher Falterfang
- - - - - - = theoretischer Falterfang

Lufttemperatur auf den Falterflug einer exakten Überprüfung zu unterziehen. Das Ergebnis dieser Untersuchung wurde in Tabelle 1 zahlenmäßig und in Abbildung 1 graphisch dargestellt. Die Kurven stellen die durchschnittlich während vier Jahren im Beobachtungszeitraum bei bestimmten Lufttemperaturen erzielten theoretischen und tatsächlichen Falterfänge dar. Für die Berechnung wurden die Temperaturen auf ganze Grade Celsius abgerundet. Wie aus den Ergebnissen hervorgeht, übersteigen die theoretischen Falterzahlen bis zu einem Temperaturbereich von 17° C die tatsächlichen Falterfänge. Erst bei einer Temperatur von 18° C übertrifft das faktische Fangergebnis die theoretisch zu erwartenden Falterzahlen deutlich, am stärksten aber im Bereich von 19° C bis 21° C. Damit erscheint dieser Temperaturbereich als optimal für den Flug des Apfelwicklers befunden. Bei Abendtemperaturen, die höher oder tiefer liegen, wird

nur mit geringer Flugtätigkeit zu rechnen sein. Zech (1955) konnte ebenfalls dieses Temperaturoptimum feststellen. Die Unregelmäßigkeiten im Verlaufe der Kurven sind keineswegs als Besonderheiten anzusehen, denn sie ergeben sich sowohl aus dem Einfluß anderer Wetterfaktoren, der hier miteinwirkt, als auch durch die zufällige Streuung der Einzelwerte.

3,12) *Niederschlagsmengen*

Errechnet man für die Summe der täglichen Niederschläge und den jeweiligen Falterfang den Korrelationskoeffizienten, so zeigt sich sehr deutlich die Tendenz einer negativen Einwirkung größerer täglicher Regenfälle auf den Flugverlauf des Falters (Russ, 1960). Da uns nunmehr für den Zeitraum der Jahre 1958 bis 1961 die um 21 Uhr festgestellten Niederschlagsmengen für Wien-Hohe Warte zur Verfügung standen, war es möglich den Einfluß der tatsächlich während der Flugstunden des Apfelwicklers registrierten Regenmengen auf das Fangergebnis zu untersuchen, was weitaus genauere Aussagen über die Zusammenhänge zwischen Niederschlagstätigkeit und Falterflug ermöglichte, als ein Vergleich mit den täglichen Gesamtniederschlagsmengen. Die Berechnung der theoretischen Falterzahlen wurde in gleicher Art durchgeführt wie im Falle der Untersuchung des Temperatureinflusses auf den Falterflug. Die Ergebnisse wurden in Tabelle 2 und Abbildung 2 wiedergegeben.

Tabelle 2

Übersicht über die tatsächlichen und theoretischen Falterzahlen bei bestimmten Niederschlagsmengen und in verschiedenen Beobachtungsjahren

Niederschlag mm	Tatsächliche Falterzahlen					Theoretische Falterzahlen				
	1958	1959	1960	1961	Durchschnitt	1958	1959	1960	1961	Durchschnitt
0·0	239	269	39	82	**157·2**	239·0	169·0	39·0	82·0	**157·2**
0·1—0·2	0	3	0	0	**0·7**	9·0	8·1	0·7	2·6	**5·1**
0·3—0·6	3	6	2	2	**3·2**	10·6	4·8	2·9	3·9	**5·5**
0·7—1·4	4	3	0	0	**1·7**	4·4	11·1	1·8	3·9	**5·3**
1·5—3·0	2	6	4	0	**3·0**	13·4	10·8	2·3	2·6	**7·2**
3·1—6·2	0	5	0	1	**1·5**	6·6	4·5	1·4	3·9	**4·1**
6·3—12·6	3	4	0	0	**1·7**	8·8	4·8	1·4	0·0	**3·7**
12·7—25·4	0	0	0	0	**0·0**	4·4	1·5	1·5	0·0	**1·8**
25·5—51·0	0	0	0	0	**0·0**	0·0	1·5	0·0	2·6	**1·0**
51·1—102·2	0	0	0	0	**0·0**	0·0	1·5	0·0	0·0	**0·3**

Es ist daraus ersichtlich, daß nur an Abenden ohne Regen mit einem starken Flug des Apfelwicklers zu rechnen ist. Das radikale Absinken beider Kurven gegen den Null-Wert hin, bei Niederschlagsmengen von nur 0·2 mm, machten die Bedeutung dieses Wetterfaktors besonders augenscheinlich. Der weitere Verlauf der Kurven zeigt, daß selbst die noch bei höheren Niederschlagsmengen erzielten, allerdings sehr kleinen Falterfänge stets unterhalb der zu erwartenden theoretischen Falterzahl liegen.

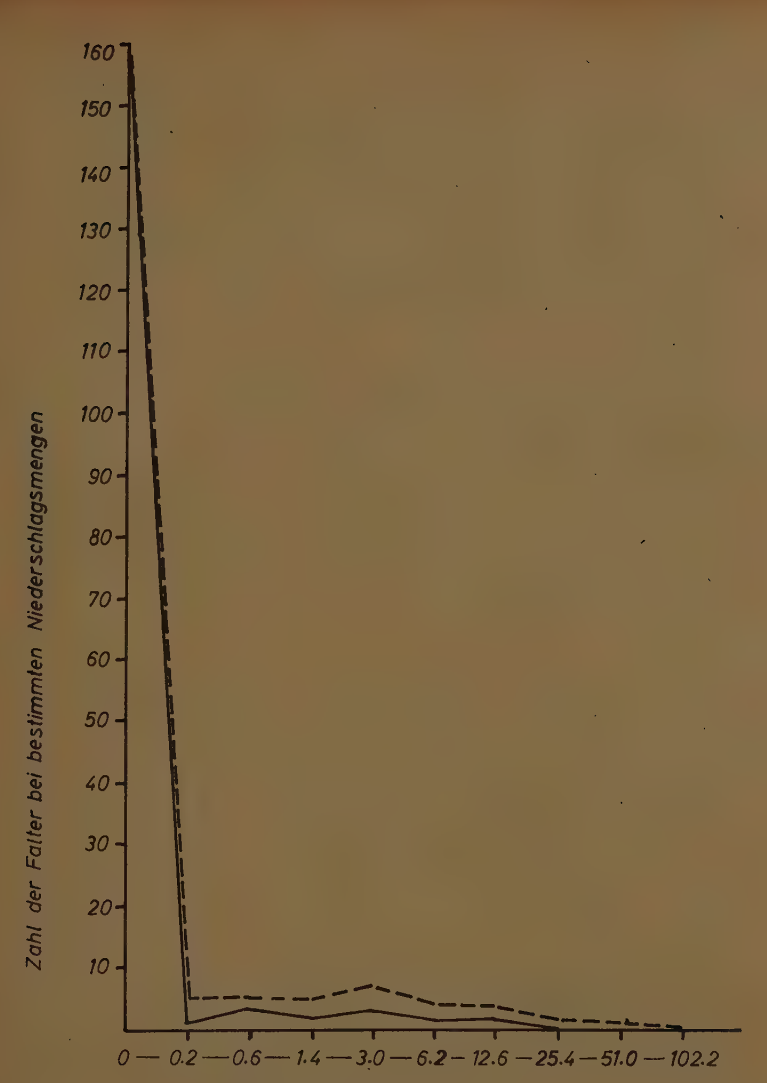


Abb. 2. Einwirkung der Niederschläge auf den Flug von *Carpocapsa pomonella* L. Verlauf der theoretischen und tatsächlichen Falterzahlen bei bestimmten, um 21 Uhr in Wien-Hohe Warte gemessenen Niederschlagsmengen. (Durchschnittswerte aus vier Beobachtungsjahren.) Apfelwicklerbeobachtungsort Wien-Augarten, Robinson-Lichtfallenfang.
Zeichenerklärung: ——— = tatsächlicher Falterfang
- - - - - - = theoretischer Falterfang

Daß trotz starker Regenfälle doch noch vereinzelt Falter die Lichtfalle anfliegen, wird wohl in erster Linie darauf zurückzuführen sein, daß es einzelnen Tieren hin und wieder gelingt, vor oder nach kurzandauernden Regenfällen zu fliegen. Ein derartiger Flug ist für die Belange eines Apfelwicklerwarndienstes aber unbedeutend.

Auf Grund dieser Untersuchung kann wohl mit Sicherheit ausgesagt werden, daß die Niederschlagstätigkeit einen der wichtigsten Begrenzungsfaktoren für den Apfelwicklerflug darstellt, der auch bei Vorliegen flugfördernder Wetterfaktoren wirksam ist.

3,13) *Wind*

Es war zu erwarten, daß die Stärke eines zur Zeit der Flugstunden des Apfelwicklers herrschenden Windes das Fangergebnis zu beeinflussen imstande ist. In welchem Ausmaß dies zutrifft und welche Windstärken tatsächlich Einfluß auf den Flugverlauf nehmen, sollte hier geprüft werden. Der Falter des Apfelwicklers ist bekanntlich kein guter Flieger, sein Flug wirkt ungezielt und schwerfällig. Ein aus irgend einer Richtung wehender Wind wird daher wahrscheinlich einen im Flug befindlichen Falter stören und ihn zum Aufsuchen geschützter Stellen zwingen, oder den ruhenden Falter veranlassen, seinen Aufenthaltsort nicht zu verlassen. Beides wird sich flughemmend auswirken.

Tabelle 3

Übersicht über die tatsächlichen und theoretischen Falterzahlen bei bestimmten Windstärken (Windstärke in Beaufort-Graden) und in verschiedenen Beobachtungsjahren

Windstärke	Tatsächliche Falterzahlen 1958	1959	1960	1961	Durchschnitt	Theoretische Falterzahlen 1958	1959	1960	1961	Durchschnitt
0	34	58	7	6	**26·2**	34·0	58·0	7·0	6·0	**26·2**
1	94	116	14	22	**61·5**	73·3	111·2	14·5	28·5	**56·8**
2	79	63	9	50	**50·2**	43·3	111·2	16·3	40·5	**52·8**
3	30	38	8	6	**20·5**	18·2	42·1	6·3	8·0	**18·6**
4	4	17	3	1	**6·2**	16·6	47·2	5·7	4·0	**18·3**
5	0	4	4	0	**2·0**	0·0	23·1	2·7	0·0	**6·4**

Um die näheren Beziehungen zwischen Windstärke und Falterflug aufklären zu können, bedurfte es wieder der Berechnung der theoretischen und der tatsächlichen Falterzahlen. Tabelle 3 und Abbildung 3 zeigen die gewonnenen Werte und Kurven. Der Verlauf der theoretischen und tatsächlichen Falterfangkurven zeigt bis zu einer Windstärke von 4 Beaufort-Graden außer einem geringen Mehrfang bei Windstärke 1, der zufällig sein dürfte, keine großen Differenzen. Erst bei einer Windstärke von 4 Beaufort-Graden und darüber, ist ein deutliches Manko an tatsächlich gefangenen Faltern festzustellen. Dies bedeutet, daß die Windstärken

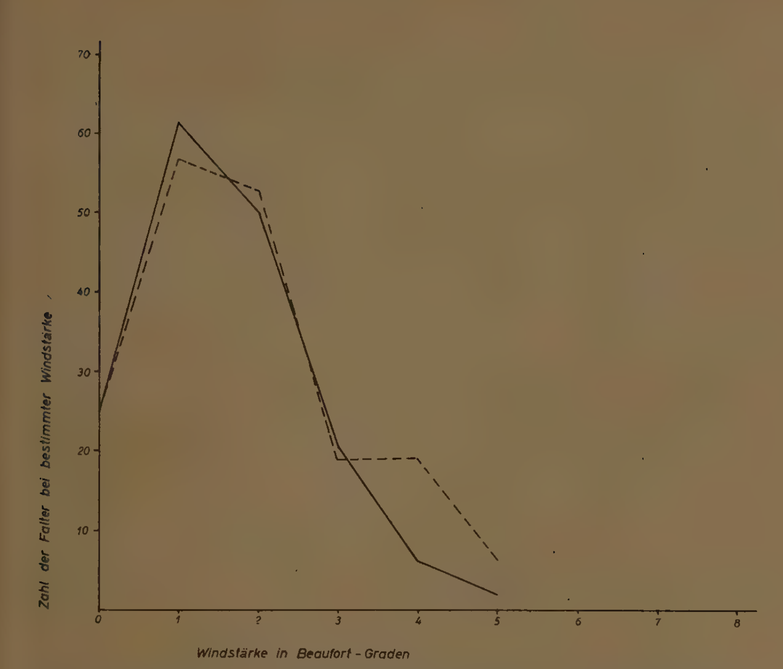


Abb. 3. Einfluß der Windstärke auf den Flug des Apfelwicklers *(Carpocapsa pomonella* L.). Verlauf der theoretischen und tatsächlichen Falterzahlen bei bestimmten Windstärken in Beaufort-Graden, gemessen um 21 Uhr in Wien-Hohe Warte. (Durchschnittswerte aus vier Beobachtungsjahren.) Apfelwicklerbeobachtungsort Wien-Augarten, Robinson- Lichtfallenfang.

Zeichenerklärung: ——— = tatsächlicher Falterfang
- - - - - - = theoretischer Falterfang

0 bis 3 auf den Flug des Falters keinen nachweisbaren negativen Einfluß ausüben und daß erst Windstärken von 4 Beaufort-Graden aufwärts, deutlich flughemmend wirken. Diese Feststellung läßt den Schluß zu, daß es neben der Niederschlagstätigkeit wohl auch die Windstärke ist, die das Fangergebnis stark zu beeinflussen imstande ist. Selbst bei Vorherrschen optimaler Temperaturverhältnisse können diese beiden Faktoren zusammen, oder jeder für sich allein, den Flug des Apfelwicklers entscheidend stören, oder vollkommen zum Erliegen bringen, wobei aber der Regen zweifellos der bedeutendere Begrenzungsfaktor bleibt.

Möglicherweise ist auch an manchen Apfelwicklerbeobachtungsstellen, die immer wieder durch sehr geringe Fangergebnisse auffallen, die herrschende Windtätigkeit für die kleineren Falterfänge verantwortlich zu

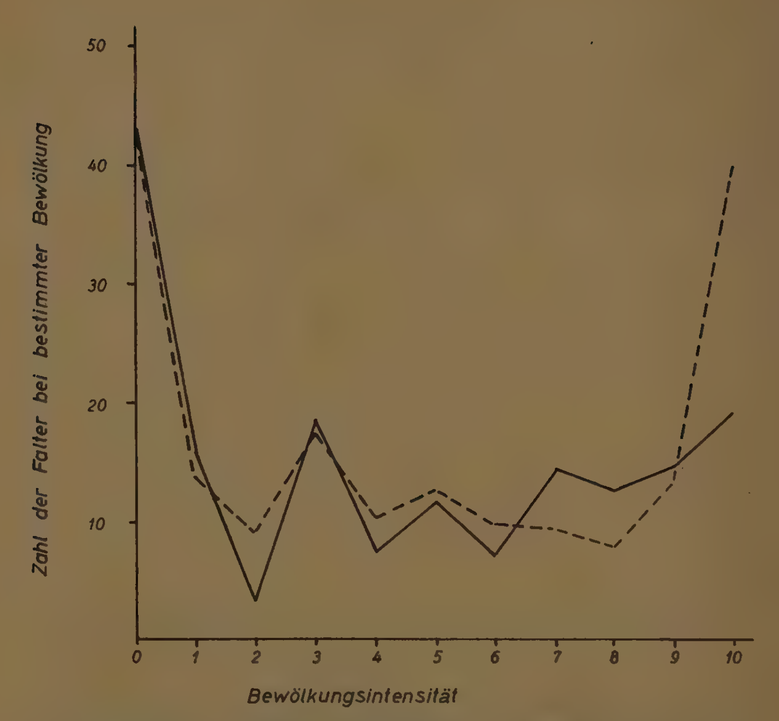


Abb. 4. Einfluß der abendlichen Bewölkung auf den Falterflug von *Carpocapsa pomonella* L. Verlauf der theoretischen und tatsächlichen Falterzahlen bei bestimmten Bewölkungsintensitäten angegeben in Zehntel der gesamten sichtbaren Himmelsfläche, gemessen um 21 Uhr in Wien-Hohe Warte. (Durchschnittswerte aus vier Beobachtungsjahren.) Apfelwicklerbeobachtungsstelle Wien-Augarten, Robinson-Lichtfallenfang
Zeichenerklärung: ——— = tatsächlicher Falterfang
- - - - - - = theoretischer Falterfang

machen. Da uns die entsprechenden Wetterbeobachtungsdaten aus solchen Orten fehlten, war eine Untersuchung in dieser Richtung bisher nicht möglich.

3,14) *Bewölkung*

Wie einleitend schon festgestellt, wurde an den Fangergebnissen mit Hilfe von Lichtfallen insoferne Kritik geübt (z. B. Kotte, 1958), als behauptet wurde, daß in Vollmondnächten der Fang des Apfelwicklers in Lichtfallen unzuverlässige Resultate ergäbe. Ich habe daher auch diesen

Faktor in die Untersuchungen einbezogen indem ich die Falterfänge in der beschriebenen Weise zu den während der Flugzeit herrschenden Bewölkungsstärken in Beziehung brachte. Dabei wurde von der Überlegung ausgegangen, daß völlig wolkenloser Himmel, wie er in Vollmondnächten zu verzeichnen ist, das Fangergebnis negativ beeinflussen könnte, wenn die Helligkeit des Himmels die Anziehungskraft der Ultraviolett-Lichtquelle herabsetzt. Die Ergebnisse dieser Feststellungen wurden in Abbildung 4 dargestellt. (Die entsprechende Tabelle mit den errechneten Werten wurde wegen der geringeren Bedeutung der Bewölkung nicht beigegeben.) Die Bewölkungsintensität ist hierbei in Zehntel der gesamten sichtbaren Himmelsfläche angegeben. Aus dieser Abbildung geht hervor, daß eine Bewölkung bis zur Stärke von 6/10 kaum Unterschiede zwischen theoretischem und tatsächlichem Flug erkennen läßt, eine Bewölkung von 7/10 und 8/10 aber vielleicht doch eine geringfügige Erhöhung der tatsächlichen Fangzahlen mit sich bringt. Besondere Bedeutung kommt aber der Feststellung zu, daß die Bewölkung von 10/10 eine deutliche Abnahme der tatsächlichen Falterzahlen zur Folge hat. Dies mag wohl damit im Zusammenhang stehen, daß eine Bewölkungsintensität von 10/10 häufig mit

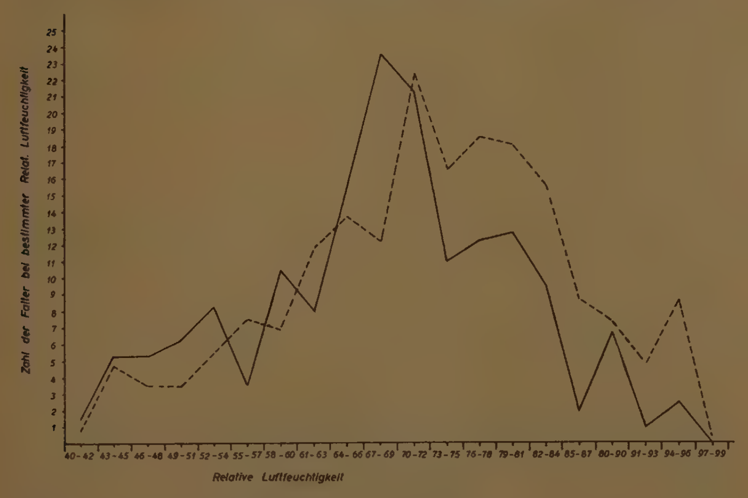


Abb. 5. Einfluß der relativen Luftfeuchtigkeit auf den Flug des Apfelwicklers (*Carpocapsa pomonella* L.). Verlauf der Kurven der theoretischen und tatsächlichen Falterzahlen bei bestimmter relativer Luftfeuchtigkeit, gemessen um 21 Uhr in Wien-Hohe Warte. (Durchschnittswerte aus vier Beobachtungsjahren.) Apfelwicklerbeobachtungsort Wien-Augarten, Robinson-Lichtfallenfang.

Zeichenerklärung: ——— = tatsächlicher Falterfang
- - - - - - = theoretischer Falterfang

Regen gekoppelt ist und dadurch den Falterflug negativ gestaltet. Die geringfügige Erhöhung bei Bewölkungen von 7/10 und 8/10 läßt den Schluß zu, daß sich diese eher günstig auf den Flug des Apfelwicklers auswirken.

3,15) *Relative Luftfeuchtigkeit*

Die relative Luftfeuchtigkeit spielt bei vielen Vorgängen im Insektenleben eine wichtige Rolle. Es war daher anzunehmen, daß auch der Apfelwicklerflug in irgend einer Weise durch diesen Witterungsfaktor beeinflußt wird. Es wurde der Versuch unternommen jene Luftfeuchtigkeitsbereiche herauszufinden, welche von Einfluß auf die Flugtätigkeit sind. Die Ergebnisse der Berechnung der theoretischen und tatsächlichen Falterfangzahlen bei bestimmten Luftfeuchtigkeitswerten finden sich in Abbildung 5. Auf die tabellarische Darstellung wurde wegen der geringen Wirksamkeit dieses Faktors verzichtet. Wie der Verlauf der Kurven erkennen läßt, beeinflußt sehr niedrige relative Luftfeuchtigkeit den Falterflug sowohl negativ als auch positiv, es scheint aber eher eine geringfügige Förderung der Flugtätigkeit vorzuliegen. Luftfeuchtigkeit von 70% bis 72% und darüber, bewirkt hingegen eindeutig eine bedeutende Herabsetzung der Falterfänge. diese Erscheinung mag wohl mit dem Zusammenhang zwischen Luftfeuchtigkeit und Regenfällen zu erklären sein.

Das Absinken der Falterzahlen bei hohen Luftfeuchtigkeitsprozenten deutet an, daß der Falter trockenes Wetter bevorzugt.

3,16) *Luftdruck*

In Abbildung 6 wurden die Ergebnisse der Berechnung über die Beziehungen zwischen Falterflug und Luftdruckwerten aufgezeichnet. Eine tabellarische Übersicht der gewonnenen Werte wurde auch hier wegen des geringen Einflusses des Luftdruckes auf den Falterflug nicht gegeben.

Der Luftdruck, ausgedrückt in mm Quecksilbersäule (mm Hg) läßt in dieser Darstellung keine eindeutige Einwirkung auf das Apfelwicklerfluggeschehen erkennen. Die Kurven der theoretischen und tatsächlichen Falterzahlen verlaufen gegeneinander sehr unregelmäßig, so daß keine eindeutig positive oder negative Einflußnahme des Luftdruckes auf die Falterfänge abzulesen ist. Die täglichen Luftdruckwerte sind bekanntlich auch viel zu variabel, als daß für die bis jetzt untersuchten Beobachtungszeiträume einigermaßen gültige Aussagen gewagt werden könnten. Mit besonderer Vorsicht könnte für den Luftdruckbereich von 742 bis 744 mm Hg eine geringfügige positive Wirksamkeit angenommen werden. Da der Luftdruck aber als Anzeiger für Wetteränderungen angesehen wird, wäre es denkbar, daß Konstellationen verschiedener Witterungsfaktoren unter Einschluß des Luftdruckes Auswirkungen auf die Flugtätigkeit der Falter zeigen, doch wird zur Klärung solcher Fragen ein umfangreicheres Beobachtungsmaterial erforderlich sein.

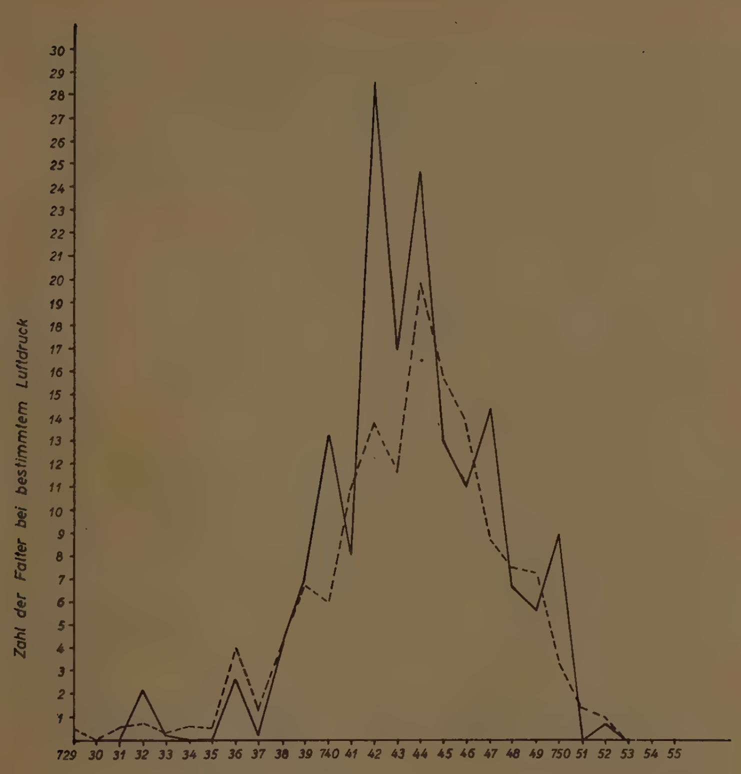


Abb. 6. Einfluß des Luftdruckes auf den Flug des Apfelwicklers (*Carpocapsa pomonella* L.). Verlauf der Kurven der theoretischen und tatsächlichen Falterzahlen bei bestimmtem Luftdruck, gemessen um 21 Uhr in Wien-Hohe Warte. (Durchschnittswerte aus vier Beobachtungsjahren.) Apfelwicklerbeobachtungsort Wien-Augarten, Robinson-Lichtfallenfang.
Zeichenerklärung: ——— = tatsächlicher Falterfang
- - - - - = theoretischer Falterfang

3,2) Diskussion der Ergebnisse

Die Berechnung der theoretischen Falterzahl ermöglichte es sehr gut, die Einwirkung verschiedener wichtiger Wetterfaktoren auf den Flug des Apfelwicklers aufzuklären. Die dabei erzielten Resultate lassen sich mit den bisher von anderen Autoren gemachten Beobachtungen vergleichen.

Die Betrachtung der einzelnen Wetterfaktoren in Bezug auf ihre flugfördernde oder flughemmende Wirksamkeit ist wohl insoferne etwas pro-

blematisch, als es meistens Faktorenkomplexe sind, die den Flugverlauf des Apfelwicklers bestimmen. Trotzdem erbrachte aber die Untersuchung der Einzelfaktoren einen wertvollen Überblick über die Zusammenhänge zwischen Wetterfaktoren und Fluggeschehen. Es war möglich, die genannten Faktoren ihrer flugfördernden Wirksamkeit nach, folgendermaßen zu gruppieren:

Flugfördernde Wetterfaktoren:

1. Niederschlagslosigkeit.
2. Lufttemperaturen im Bereich von 19° C bis 21° C.
3. Windstärken von Null bis höchstens drei Beaufort-Graden.
4. Bewölkung zwischen 7/10 und 8/10 der gesamten sichtbaren Himmelsfläche, geringere Bewölkung ist einer Flugtätigkeit aber nicht auffallend abträglich.
5. Relative Luftfeuchtigkeit bis zu 70%.
6. Luftdruck im Bereich von 742 mm Hg bis 744 mm Hg.

Will man aus diesen Ergebnissen eine Prognosemöglichkeit für den Apfelwicklerflug auf Grund des herrschenden Wettercharakters ableiten, so kann gesagt werden, daß besonders dann mit heftigen Falterflügen zu rechnen sein wird, vorausgesetzt, daß flugwillige Falter im Beobachtungsraum anwesend sind, wenn trockenes, warmes, windstilles Abendwetter herrscht. Eine weitere Begünstigung wird der Falterflug auch durch einen etwas stärker bewölkten Himmel erfahren. Ist hingegen zwar warmes aber mit Niederschlägen verbundenes Abendwetter zu verzeichnen, so kann es infolge der Regenfälle zu keinem starken Flug kommen. Ebenso wird bei trockenem, warmem aber sehr windreichem Wetter nur mit geringer Flugtätigkeit zu rechnen sein.

Wie wir in der Praxis unseres Apfelwicklerwarndienstes stets beobachten konnten, fliegen die Falter nur dann in großen Mengen, wenn tatsächlich ideales Flugwetter, d. h. trockenes, warmes und windstilles Wetter herrscht.

Die vorliegenden Untersuchungen zeigten auch, daß die Robinson-Lichtfalle als Instrument zur Apfelwicklerbeobachtung bestens geeignet ist. Sie registriert den tatsächlichen Falterflug so, wie er sich unter bestimmten Wetterkonstellationen im Beobachtungsraum abspielt. Unzuverlässigkeiten, bedingt durch Wetterfaktoren, im Speziellen z. B. durch den Grad der Himmelsbedeckung (Bewölkung) konnten nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden. Die Anziehungskraft der Ultraviolettlichtquelle bleibt stets gleich. Werden in der Falle weniger Falter gefangen, so bedeutet dies, daß zu diesem Zeitpunkt tatsächlich auch nur geringer Apfelwicklerflug stattgefunden hat.

4. Zusammenfassung

Im Verlaufe einer genauen Analyse der Einwirkung wichtiger Wetterfaktoren auf den Flug des Apfelwicklers *(Carpocapsa pomonella* L.) konnten folgende Ergebnisse erzielt werden:

1. Durch die Berechnung der „Theoretischen Falterzahl“ und der tatsächlichen Falterzahl konnte der Einfluß wichtiger Wetterfaktoren auf den Flug des Apfelwicklers studiert werden.

2. Den bedeutendsten negativen Einfluß auf den Falterflug hat zweifellos der Regen. Bereits Niederschlagsmengen von 0·1 bis 0·2 mm, gemessen zur Zeit des Falterfluges (21 Uhr), bringen die Flugtätigkeit fast vollständig zum Stillstand.

3. Die abendlichen Lufttemperaturen fördern erst ab 18° C den Flug, das Optimum liegt bei etwa 20° C. Höhere Temperaturen lassen eher wieder ein geringes Absinken der Falterzahlen erkennen.

4. Der Einfluß der relativen Luftfeuchtigkeit, eng verbunden mit der Niederschlagstätigkeit, beginnt sich bei etwa 74% relativer Luftfeuchtigkeit aufwärts deutlich negativ auf den Flug bemerkbar zu machen. Niedrigere Luftfeuchtigkeitsprozente zeigten keinen ausgeprägten negativen oder positiven Einfluß.

5. Der Grad der Himmelsbedeckung, ausgedrückt in Zehntel der gesamten sichtbaren Himmelsfläche, wurde untersucht und zum Falterflug in Beziehung gesetzt. Dabei konnte festgestellt werden, daß eine Bewölkung von Null bis 7/10 keinen, eine Himmelsbedeckung von 10/10 aber einen deutlich nachweisbaren negativen Einfluß auf den Falterflug ausübt. Bei einer Bewölkung von 10/10 fällt bereits sehr oft Regen, wodurch die starke Abnahme der Falterfänge erklärt werden kann.

6. Die Windstärke hat insoferne große Bedeutung für den Flugverlauf, als nachgewiesen werden konnte, daß Windstärken von Null bis drei Beaufort-Graden, gemessen um 21 Uhr, keine meßbare Erniedrigung der Falterfänge ergaben, Windstärken über drei Beaufort-Graden aber eine deutlich erkennbare Hemmung des Falterfluges bewirkten.

7. Keinen sicheren positiven oder negativen Einfluß auf den Apfelwicklerflug erbrachte der Vergleich der Falterfänge mit den während der Flugstunden herrschenden Luftdruckwerten. Es könnte höchstens für den Bereich von 742 mm Hg bis 744 mm Hg eine geringfügige Förderung des Falterfluges angenommen werden.

8. Die von uns im Rahmen unseres Apfelwicklerwarndienstes verwendeten Robinson-Lichtfallen zur Kontrolle des Apfelwicklerfluges erwiesen sich als Instrument zur Apfelwicklerflugbeobachtung bestens geeignet, da sie jeweils die im Beobachtungsraum auf Grund der herrschenden Wetterfaktoren möglichen Falterflüge, zwar nur relativ, aber dem natürlichen Ablauf äquivalent registrieren.

Summary

In the course of exact analyses of the influence of important meteorological factors on the flight behaviour of the codling moth (*Carpocapsa pomonella* L.) following results could be obtained:

1. By computation of the "theoretical" and real number of codling moths, collected by the Robinson light trap, it was possible to study the influence of important meteorological factors on the flight of *Carpocapsa pomonella* L.

2. The negative influence of rain on the flights could be observed. Precipitations to the quantity of 0·1 mm — 0·2 mm, measured at nine o'clock a. m., slowed down or stopped the flight.

3. Air temperatures of about 18° C benefitted the flights, and temperatures near 20° C caused the optimum for the activity of codling moths.

4. Relative humidity of the air, with frequent rainfalls, starting at about 74%, has a remarkable influence on the flight of the moths.

5. Cloudiness of 7/10 and 8/10 (tenth of the total visible sky) has little positive influence on the flight behaviour of codling moths.

6. A velocity of the wind of about 4 Beaufort slowed down the flight, but velocities below this had no significant influence.

7. The analyses of atmospheric pressure in relation to the flight of the codling moth showed no distinct positive or negative index.

8. The investigation showed again that the Robinson light trap is a useful instrument for the observation of the flight behaviour of the codling moth.

5. Literaturverzeichnis

Borden, A. D. (1931): Some field observations on codling moth behaviour. Journ. Econ. Entom. **24**, 1.137—1.115.

Faber, W. u. Undt, W. (1960): Untersuchungen über die Wetterabhängigkeit von Gelbschalenfängen. Wetter und Leben, **12**, Heft 10.

* Eyer, J. R. (1937): Ten Years Experiments with Codling Moth Bait Traps, Light Traps and Trap Bands. Bull. N. Mex. agric. Exp. Sta. **253**, 67.

Kotte, W. (1958): Krankheiten und Schädlinge im Obstbau und ihre Bekämpfung. 3. Auflage, Verlag Paul Parey, Berlin 1958.

Russ, K. (1960): Flugbeobachtungen an Faltern des Apfelwicklers (*Carpocapsa pomonella* L.) und Versuche zur Verbesserung der Obstmadenbekämpfung. (Vorläufige Mitteilung.) Pflanzenschutzberichte XXV, Heft 1/8, 67—90.

Schneider, F., Vogel, W., Wildbolz, Th. (1957): Die Apfelwicklerprognose für das schweizerische Mittelland in den Jahren 1954 bis 1957. Schweiz. Zeitschr. Obst- u. Weinbau, **66**, 410—414 und 439—444.

Zech, E. (1955): Die Flugzeiten des Apfelwicklers im Jahre 1954 und der Flugverlauf während der Abende und Nächte. Nachrbl. f. Deutsch. Pflanzenschutzd. **2**, 29—33.

* = nur im Referat zugänglich.

(Aus der Bundesanstalt für Pflanzenschutz, Wien)

Untersuchungen über die Spinnmilbenbiozönose *(Tetranychidae)* an Obstgehölzen in Österreich

Von

Helene Böhm

1. Einleitung

Seit mehr als einem Jahrzehnt zählen die Spinnmilben auch in Österreich zu den bedeutendsten Schädlingen im Obstbau. Wie in zahlreichen europäischen und außereuropäischen Ländern, wurden auch in Österreich mehrjährige Untersuchungen mit der Zielsetzung angestellt, eine Gesamtaufnahme der an Obstbäumen lebenden Spinnmilbenarten und Studien über ihre Biologie, Epidemiologie sowie Bekämpfungsmöglichkeit vorzunehmen. Diese, in den Jahren 1954 bis 1960 ausgeführten Beobachtungen und Untersuchungen sind auch für den praktischen Obstbau von Wichtigkeit, da Kenntnisse der Unterschiede in der Lebensweise und der Schädlichkeit der einzelnen Arten sowie ihrer Anfälligkeit gegenüber chemischen Bekämpfungsmitteln für die richtige Gestaltung der Bekämpfung notwendig sind.

2. Biologische Untersuchungen

2,1 Untersuchungen über vorkommende Arten

Um zunächst ein Bild der Zusammensetzung der Spinnmilbenfauna an Obstgehölzen und der wirtschaftlichen Bedeutung der einzelnen Arten zu erlangen, wurden in Gartenanlagen mit ungestörter Biozönose Reihenuntersuchungen vorgenommen und zahlreiche Obstgehölze in verschiedenen Bundesländern auf ihren Spinnmilbenbestand untersucht. Als Ergebnis dieser bisherigen Erhebungen kann mitgeteilt werden, daß an den Obstbäumen unseres Landes folgende phytophage Milbenarten schädlich werden:

Obstbaumspinnmilbe, *Metatetranychus ulmi* Koch (im folgenden *M. u.)*
Braune Spinnmilbe, *Bryobia rubrioculus* Scheuten (im folg. *B. r.)*
Grasmilbe, *Bryobia graminum* Schrank (im folgenden *B. g.)*
Stachelbeermilbe, *Bryobia ribis* Thomas (im folgenden *B. ri.)*
Gemeine Spinnmilbe, *Tetranychus urticae* Koch (im folgenden *T. u.)*

Weißdornspinnmilbe, *Tetranychus viennensis* Zacher (i. folgenden *T. v.)*
Gelbe Apfelspinnmilbe, *Eotetranychus pomi* Sepasgosarian (im folgenden *E. p.)*
Oudemansche Spinnmilbe, *Brevipalpus oudemansi* Oud. (im folg. *B. o.)*

Die häufigste und obstbaulich wichtigste Art der genannten Schadmilben ist die Obstbaumspinnmilbe; ihr folgt die Braune Spinnmilbe, die nach holländischen, deutschen und schweizer Untersuchungen (Eyndhoven 1955, 1956, Gäbele 1957, 1959, Mathys 1954, 1955) sich nicht, wie bisher angenommen wurde, in biologische Rassen aufspaltet, sondern in Arten mit deutlichen, morphologischen Artmerkmalen abzutrennen ist. Aus dem „*Bryobiakomplex*" sind es *drei* Arten, die, wie es sich im Verlaufe der Beobachtungen herausstellte, an unseren Obstgehölzen anzutreffen sind; die Braune Spinnmilbe, die Grasmilbe und die Stachelbeermilbe. Eine ebenfalls in Österreich gebietsweise an Obstbäumen bereits sehr stark schädigende Art ist die Gemeine Spinnmilbe, die gelegentlich als beachtlicher Obstbaumschädling bezeichnet werden muß, wie dies auch Grob (1953) für Gebiete der Westschweiz erwähnt. Die Weißdornspinnmilbe wurde in manchen Jahren im Raume von Wien sehr schädlich, konnte jedoch in anderen Bundesländern nur vereinzelt angetroffen werden. Die Gelbe Apfelspinnmilbe kommt vor allem in ungepflegten Anlagen vor, hat allgemeine Verbreitung, verursacht aber niemals ernstliche Schäden. Schließlich wäre noch die Oudemansche Spinnmilbe anzuführen, die in Europa verhältnismäßig selten auftritt und besonders in tropischen und subtropischen Ländern gute Entwicklungsmöglichkeiten vorfindet. In Österreich bleibt ihr Auftreten auf ungepflegte Obstanlagen beschränkt, und zwar vor allem auf Apfelbäume, wie dies aus meiner Mitteilung aus dem Jahre 1957, die über die erstmalige Beobachtung dieser Art in Österreich berichtet, hervorgeht.

Bevor auf die Besprechung der Biologie der einzelnen Arten näher eingegangen wird, sollen Schaden, Schadensbilder und Wirtspflanzen besprochen werden, die viele Gemeinsamkeiten, bei den angeführten *Tetranychiden*arten aufweisen.

2,2 Schaden, Schadensbilder, Wirtspflanzen

Als echte Pflanzenfresser stechen die Spinnmilben mit ihren stilettartigen Mandibeln das Pflanzengewebe an und saugen den Zellinhalt aus. Durch Zerstörung des assimilierenden Gewebes verfärben sich die Blätter, es tritt zunächst eine Weißfleckung ein, später kommt es zu einer allgemeinen, gelblichen oder kupferbraunen Verfärbung des Laubes. Die Transpiration der Blätter wird erhöht, demzufolge erfahren die Früchte und Triebe ungenügende Ausreifung, vorzeitiger Frucht- und Blattfall tritt ein; verringerte Kälteresistenz der Bäume, verminderter Knospen- und Blütenansatz sind die weitere Folge. Bei einem starken Befall durch *M. u.* rollen sich außer-

dem die Blätter tütenförmig auf, zeigen einen welligen Blattrand und nach oben gebogene Blattspitzen. Die beiden Arten *T. v.* und *E. p.* verursachen wieder an den besiedelten Blättern im Anfangsstadium ein sehr typisches Schadensbild. Es werden nämlich die jungen Blättchen im Frühjahr nur von einem einzigen Weibchen besetzt und weiterhin nur durch dessen Nachkommenschaft auch geschädigt. An den Blattoberseiten entsteht zuerst ein etwa haselnußgroßer Fleck, der blattunterseits von Spinnfäden dicht überspannt ist: bei der weiteren Ausbildung der Population wird auch die Umgebung geschädigt. es verfärbt sich das ganze Blatt graugelb und stirbt schließlich ab. Bei einem Befall durch *B. o.* zeichnet sich der Schaden vor allem entlang der Blattrippen als Gelbfärbung ab, es kommt bei dieser Art in der Regel zu keiner einheitlichen Verfärbung des Blattes. Der Wirtspflanzenkreis der einzelnen Arten ist. wie aus folgenden zu ersehen ist, unterschiedlich groß.

Die Obstbaumspinnmilbe besitzt eine verhältnismäßig große Zahl von Wirtspflanzen. Sie gehören zum Großteil der Familie der *Rosacaeen* an; vor allem sind es Apfel, Zwetschke, Pflaume, Birne, Pfirsich, Aprikose. Kirsche, Rebe, Johannisbeere und von den Wildhölzern Crataegus sp. Prunus spinosa, Rosa sp., Cotoneaster sp.

Braune Spinnmilbe, Apfel, Zwetschke, selten auch Birne, vereinzelt Steinobst.

Grasmilbe, Gräser, Klee. Apfel, Zwetschke. Pflaume.

Stachelbeermilbe, Beerensträucher, vor allem Stachelbeere.

Gemeine Spinnmilbe; sie besitzt unter den in Österreich auftretenden *Tetranychiden* den größten Wirtspflanzenkreis und wurde bisher an 82 Futterpflanzen festgestellt; für Deutschland führt Fritzsche (1956) 90 Wirtspflanzen für diese Art an. Es zählen dazu von den Obstgehölzen Apfel, Zwetschke, Pfirsich, Kirsche, Rebe, Aprikose. Ferner ist die Gemeine Spinnmilbe ein beachtlicher Feind der Gemüse- und Zierpflanzenkulturen und ist außerdem auch an zahlreichen Unkräutern anzutreffen.

Weißdornspinnmilbe, Kern- und Steinobst, Sauerkirschen, Schlehe, Eberesche, Linde.

Gelbe Spinnmilbe, Apfel, Zwetschke.

Oudemansche Spinnmilbe. Apfel, Zwetschke; Birne, Aprikose bisher nur sehr vereinzelt.

2,3 Sortenanfälligkeit

Obwohl die Spinnmilben *M. u.* und *T. u.* polyphag sind, bestehen. wie ich im Verlaufe der Untersuchungen feststellen konnte, deutliche Unterschiede in der Befallsdichte bei den einzelnen Obstsorten. Dies wurde für die erstgenannte Art, in einem Versuch, der die Apfelsorten, Roter Boskoop, Coxs Orangen Renette, Ontario, Früher Victoria, Jonathan, Kanada Renette und die Zwetschkensorten Hauszwetschke. Wangenheims Frühzwetschke, Kirkes Pflaume und Große grüne Reineclaude umfaßte, experimentell untersucht, wodurch die im Verlaufe der Freilandunter-

suchungen an Standbäumen gemachten Beobachtungen ihre Bestätigung fanden. Zu diesem Zweck wurden gleichaltrige Spindelbäume obgenannter Sorten in Gartentöpfe gepflanzt, mit *M. u.* besiedelt, drei Jahre hindurch im Freiland aufgestellt und laufend die Befallsstärke kontrolliert. Wie aus nachstehender Tabelle zu entnehmen ist, waren es bei den Apfelbäumen vor allem die Sorten, Früher Victoria, Jonathan und Coxs Orangen Renette, die eine erheblich stärkere Befallsdichte aufwiesen als z. B. Ontario, Boskoop oder Kanada Rtte. Das gleiche gilt auch für die Hauszwetschke, die gegenüber der Wangenheims Frühzwetschke einen wesentlich stärkeren Befall aufwies. Es handelt sich durchwegs um Sorten, die sich auch im Erwerbsobstbau als sehr spinnmilbenanfällig zeigten.

Auszählung der Besiedlungsdichte an 20 Blättern je Obstart und -sorte

Obstsorte	Eizahl Stück	Postembryonale Stadien
Boskoop	90	103
Ontario	72	80
Früher Victoria	1480	1600
Jonathan	1200	1100
Coxs Orangen Renette	1050	900
Hauszwetschke	1510	1650
Wangenheims Frühzwetschke . .	68	90

2,4 Besprechung der Lebensweise der einzelnen Arten

2,41 Obstbaumspinnmilbe.

Sie ist die typische Spinnmilbenart für den gepflegten Obstgarten mit intensivem Pflanzenschutz, Schnitt- und Düngungsmaßnahmen und guter Bodenpflege. Die Biologie dieser Art ist sowohl im Ausland (Andersen 1947, Geijskes 1939) als auch im Inland (H. Böhm 1956, 1960) bearbeitet, so daß nachstehend nur die wichtigsten Punkte aus der Lebensgeschichte dieses Schädlings hervorgehoben werden. Die Larven schlüpfen je nach Witterungsverhältnissen, zur Zeit des Rotknospenstadiums, kurz vor der Blüte, die Hauptmasse während der Blütezeit aus den überwinternden Eiern. In den Untersuchungsjahren begann das Schlüpfen 1954 am 3. April, 1955 10. April, 1956 5. Mai, 1957 20. April, 1958 12. April, 1959 18. April. Wie im Laboratoriumsversuch festgestellt werden konnte, liegen die günstigsten Temperaturen für das Schlüpfen der Larven aus den Wintereiern zwischen 15° bis 17° C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 60 bis 70%. Bei Temperaturen über 25° C treten bereits merkliche Verzögerungen beim Schlüpfen der Larven ein, ebenso beim Absinken der Luftfeuchtigkeit; es bleiben dann die Larven vielfach in der Eihaut stecken. Diese Feststellungen decken sich mit den im Freiland gemachten Beobachtungen. wonach an nicht wintergespritzten Bäumen an der Sonnenseite oftmals ein Großteil der Eier keine Larven liefert. Es ist

anzunehmen, daß dies eine Folge starker Sonnenbestrahlung ist. Die Eizahl der Weibchen ist großen Schwankungen unterworfen und bewegte sich im Laboratoriumsversuch bei Einzeltierbeobachtung zwischen einem Maximum von 40 Eiern und einem Minimum von 12. Diese Versuche wurden bei einer Temperatur von 22° und 70% Luftfeuchtigkeit angestellt. Ebenso werden Lebensfähigkeit, Lebensdauer und Vitalität der Imagines, Nymphen und Larven stärkstens von Temperatur und Feuchtigkeit beeinflußt. Trockenes, warmes Wetter im April, Mai, läßt alle sich aus den Wintereiern entwickelnden Larven ungehindert zu Weibchen entwickeln und rasch zur Sommereiablage kommen, während kühles, feuchtes Wetter die Entwicklung hemmt, die Sterblichkeit wesentlich erhöht und die Eizahlen beachtlich vermindert. Die Sommereier findet man zunächst in der Nähe der Blattadern, später sind sie über die ganze Blattunterseite verstreut; bei sehr starker Besiedlung werden sie auch auf Früchten, und zwar in der Kelch- und Stielgrube deponiert. Milben von *M. u.* sind bis spät in den Herbst hinein an den Blättern zu beobachten. In den Untersuchungsjahren gab es jährlich 5 Generationen, nur 1955 bildete mit 6 Generationen eine Ausnahme.

2,42 Braune Spinnmilbe.

Auch diese Art ist in Österreich allgemein verbreitet und ist vor allem an älteren Bäumen häufig. Die Larven schlüpfen, phänologisch fixiert, mit Knospenaufbruch, etwa zwei Wochen vor jenen von *M. u.* Im Jahre 1955 war dies am 25. März, 1956 am 24. April, 1957 am 2. April. Da sich aber die Braune Spinnmilbe langsamer als die Obstbaumspinnmilbe entwickelt, erfolgt die Sommereiablage beider Arten fast gleichzeitig, mit einem Abstand von nur wenigen Tagen, wie dies auch von Unterstenhöfer (1955) angegeben wird. *B. r.* legt die Eier auf das Holz der Apfelbäume.



Abb. 1. *Bryobia rubrioculus* an einem Apfelzweig

wo auch die Larvenhäute in großer Zahl anzutreffen sind (Abb. 1); sie macht auch ihre weitere Entwicklung an der Rinde durch, nur die Nahrungsaufnahme vollzieht sich an den Blättern, wo auch die Ablage der Sommereier erfolgt. Aus den Wintereiern geschlüpft, beginnen die Larven sofort an den Knospen zu saugen und man kann eine große Zahl von Milben zu dieser Zeit an den Knospen vorfinden. Später werden die Blattbüschel und Kurztriebe besaugt und auf diese Weise erhebliche Schäden angerichtet, da die gute Ausbildung der Erstlingsblätter sehr maßgeblich für ein kräftiges Triebwachstum der Bäume ist. In den Untersuchungsjahren entwickelte diese Milbe jährlich drei bis vier Bruten, die Befallsdichte ist in den Monaten Juni, Juli, am stärksten. Die Eizahl pro Weibchen ist etwas niedriger als bei *M. u.* und betrug durchschnittlich 18 Stück, mit einem Maximum von 30 Stück und einem Minimum von 8 Stück. *B. r.* bevorzugt die Blattoberseiten und sucht Blattunterseiten nur bei sehr heißem oder regnerischem Wetter auf. Die Ablage der Wintereier erfolgt an den Rindenteilen, somit verbringt sie die ganze Lebenszeit am Obstbaum.

2,43 Grasmilbe.

Diese Art besiedelt nur den unteren Stammteil von Apfel- und Birnbäumen und legt die Wintereier in einer Höhe von ein bis zwei Meter ab. Die weitere Entwicklung der Milbe erfolgt ebenfalls an dieser Stelle; die Nahrungsaufnahme findet von der Zeit des Schlüpfens der Larven aus den Wintereiern bis zum Juli, an den in der Umgebung des Obstbaumes befindlichen Gräsern statt. In den Hochsommermonaten, sobald die Gräser trocken und dürr werden, wandert sie in die Baumkrone und besaugt die Blätter, eine Fortentwicklung oder Eiablage erfolgt dort jedoch nicht. Zu diesem Zweck sucht sie immer wieder den unteren Stammteil auf. Nach Literaturangaben (Gäbele 1957) werden jährlich fünf Generationen entwickelt, die diesbezüglichen eigenen Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen. *B. g.* dringt auch in Wohnhäuser ein, legt in diesem Falle an Hauswänden die Eier ab und wird auf der Nahrungssuche durch Bekriechen von Lebensmitteln und Möbelstücken lästig. *B. g.* ist am Obstbaum meist mit *B. r.* vergesellschaftet und verträgt sich gut mit dieser Art.

Eine weitere Verwandte ist die an Stachelbeeren und Johannisbeeren schädigende Art

2,44 die Stachelbeermilbe, die ebenfalls im Eizustand den Winter überdauert, und zwar am Holz der genannten Beerensträucher.

Die Larven schlüpfen in der Regel Ende März, Anfang April, aus den Eiern und siedeln sich zunächst an den Knospen an, die fallweise sehr starke Schäden aufweisen; später werden die kleinen Blätter befallen. Ab Juni erfolgt die Ablage der Wintereier, im Juli sind keine Milben mehr an den Sträuchern vorzufinden. 1 Generation jährlich. Die Obstbaumspinnmilbe und Braune Spinnmilbe (Abb. 2) sind jene Arten die



Abb. 2. Schäden an den Erstlingsblättern durch *Bryobia rubrioculus* und *Metatetranychus ulmi*

die folgeschweren Frühschäden an Obstbäumen auslösen, während die Grasmilbe, die Gemeine Spinnmilbe sowie auch die Oudemansche Spinnmilbe den Charakter von Spätschädlingen haben.

2,45 Gemeine Spinnmilbe.

Von den an Obstbäumen lebenden *Tetranychiden* ist es *T. u.* die zufolge ihres großen Wirtspflanzenkreises und ihrer weltweiten Verbreitung als die wirtschaftlich bedeutungsvollste Art anzusprechen ist. Morphologie, Biologie, Epidemiologie dieser Milbe wurden von Gasser (1951) und Linke (1953) eingehend behandelt. Unter den klimatischen Verhältnissen der österreichischen Befallsgebiete, sie findet sich zahlreich in allen Bundesländern vor, werden jährlich 6 bis 7 Bruten entwickelt. Die Entwicklungsgeschwindigkeit ist wie bei allen *Tetranychiden* stark von der Temperatur beeinflußt, wie dies nachstehende Versuche, die in Thermostaten ausgeführt wurden, beweisen:

Entwicklungsdauer vom Ei bis zum Imago:

Temperatur ° C	Entwicklungsdauer in Tagen
30—32	6— 8
25—27	8—10
20—22	15—18
15—17	25—32
12—14	35—55

Wie aus den Temperaturversuchen entnommen werden kann, liegt das Optimum der Entwicklung bei 30 bis 32° C; unter 12° C erfolgte die Einstellung der Eiablage und ab 10° C trat Entwicklungsstillstand ein. Mit abnehmender Temperatur erhöhte sich die Sterblichkeit sehr und erreichte

bei 12° C den Höhepunkt mit 85%. Auch die Zahl der von einem Weibchen abgelegten Eier wird außer von dem Nahrungsangebot und von der Art der Wirtspflanze auch von der Temperatur beeinflußt. Die Eizahlen sind bei *T. u.* verhältnismäßig hoch; im Durchschnitt 90 Stück, das Maximum lag bei 118, das Minimum bei 35 Stück pro Weibchen. Die Spinnmilbe ist demnach bei günstigen Witterungsverhältnissen zu einer raschen und starken Vermehrung befähigt, weshalb sie auch mit Vorliebe als Testtier für Akarizidprüfungen Verwendung findet. Zur Lebensweise von *T. u.* wäre zu sagen, daß die Überwinterung als reifes Weibchen erfolgt, und zwar in Rindenrissen, Borkenschuppen oder oberen Erdschichten. Ende April, Anfang Mai, aus dem Winterquartier kommend, werden Unkräuter rund um die Obstgehölze besiedelt; selten nur bleibt ein kleiner Teil der überwinternden Weibchen am Obstbaum zurück, der jedoch niemals den Grundstock für die Sommerpopulationen zu bilden vermag. An den Gräsern beginnen die überwinterten Weibchen mit einer massiven Eiablage und entwickeln dort mehrere Generationen. Um die Junimitte beginnen sie den Obstbaum zu besiedeln und fassen dann auf diesem dauernd Fuß; *T. u.* ist am Obstbaum sehr ortstreu und vermehrt sich sehr rasch, so daß innerhalb kurzer Zeit schon andere Arten an Zahl überflügelt werden. Die ganze Entwicklung von *T. u.* spielt sich an den Blättern ab, die Eier werden zuerst an die Epidermis, später, und dies vor allem bei sehr starkem Befall, auch in das Gespinst (Spinnfäden) abgelegt. Im Herbst werden die Blätter verlassen und die Milben ziehen sich auf Zweige und Stamm zum Bezug der Winterquartiere zurück. Als Faktoren für das Auftreten von Winterweibchen wären Nahrungsmangel und absinkende Temperaturen zu nennen, die auch im Laboratoriumsversuch gemeinsam, aber nicht einzeln, den Farbumschlag der Weibchen erbrachten. Die Winterweibchen sind sehr kälteresistent und überdauerten minus 5° bis minus 7° C 14 Tage hindurch ohne Schaden zu nehmen.

2,46 Weißdornspinnmilbe.

Sie verursacht in manchen Jahren besonders in ungepflegten und unbehandelten Anlagen beachtliche Schäden, wenn diese auch weit hinter jenen von *M. u.*, *B. r.* und *T. u.* liegen. Nach Dosse (1953) wurde sie in den letzten Jahren auch in Hohenheim schädlich. Müller (1957) beschreibt sehr eingehend und ausführlich die Morphologie, Biologie und Bekämpfungsmöglichkeit dieser Schadmilbe. Wie bei den bereits besprochenen Arten ist auch bei *T. v.* die Frühjahrswitterung für den Aufbau aller Populationen maßgebend. Günstiges Frühjahrswetter führt, bei ausreichendem Nahrungsangebot, zur Ausbildung starker Sommerpopulationen und hat die Entwicklung zahlreicher Winterweibchen zur Folge. Im Wiener Obstbaugebiet, wo diese Art vor allem häufiger schädlich wird, werden jährlich 4 Bruten entwickelt. Die Überwinterung erfolgt als reifes Weibchen an geschützten Stellen des Baumes, in Rindenrissen oder unter

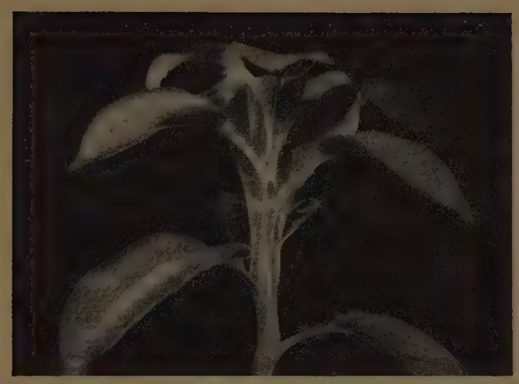


Abb. 3. Gespinst von *Tetranychus viennensis* an Apfel

Borkenschuppen. Die überwinternden Weibchen spinnen sich leicht ein. Sie verlassen je nach Witterungsverhältnissen, Ende April, Anfang Mai, ihr Winterquartier, und zwar, wie Untersuchungen erkennen ließen, erst dann, wenn die Temperaturen über 10° C liegen. Ein Blatt wird meist nur von einem einzigen Weibchen besiedelt, das dann von der Nachkommenschaft weiter geschädigt wird. Die Blattunterseiten überziehen die Weibchen mit einem dichten Belag von Spinnfäden, die sie an Blattadern und -haaren befestigen. Später werden auch die Blattspreiten mit den Blattstielen von Spinnfäden überzogen und sogar Blatt zu Blatt gesponnen (Abb. 3). Die Eizahlen, die vom ausreichenden Nahrungsangebot und einer günstigen Temperatur sehr abhängig sind, liegen auch bei dieser Art verhältnismäßig hoch und betrugen im Laboratoriumsversuch durchschnittlich 38, das Maximum war 98.

2,47 Gelbe Apfelspinnmilbe.

Sie hat, wie auch die nachfolgende Art in Österreich bisher keine wirtschaftliche Schadensbedeutung erlangt. *E. p.* ist allgemein verbreitet, doch blieb die Befallsdichte bisher sehr gering und das Auftreten auf ungepflegte Anlagen beschränkt. Diesem Umstand ist es auch zuzuschreiben, daß dieser Milbe bis nun keine Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Sepasgosarian (1956) hat sich sehr eingehend mit der Morphologie und den Lebensgewohnheiten dieser Milbe befaßt. Die Überwinterung erfolgt ebenfalls wie bei den beiden vorigen Arten als Weibchen; das Verlassen der Winterverstecke fällt in die Zeit Anfang Mai. *E. p.* hält sich vorwiegend blattunterseits auf, wo sie in einem Gespinst lebt, das auch zur Nahrungsaufnahme nicht verlassen wird. Im Gebiete von Wien wurden jährlich 3 bis 4 Generationen entwickelt; der Populationsaufbau im Jahre 1955 ist im Diagramm 1 dargestellt.

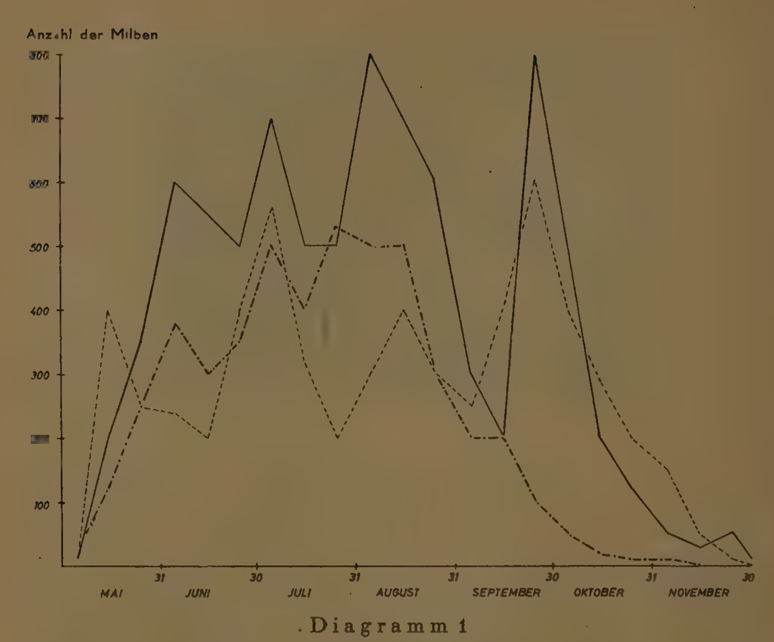


Diagramm 1

Populationsverlauf von *Tetranychus viennensis* Zacher, *Eotetranychus pomi* Sepasgosarian und *Brevipalpus oudemansi* Oud. im Jahre 1955, im Wiener Obstbaugebiet (Anzahl der postembryonalen Stadien auf 20 Blättern).

——————— *Tetranychus viennensis*
—.—.—.— *Brevipalpus oudemansi*
- - - - - - - - - - *Eotetranychus pomi*

2,48 Oudemansche Spinnmilbe.

Ebenfalls nur in ungepflegten Obstanlagen und an Straßenobstbäumen konnte ich diese Spinnmilbenart vorfinden. Sie ist in allen Teilen Österreichs verbreitet, wird jedoch nirgends ernstlich schädlich. Nach Dosse (1955) tritt sie auch in Deutschland, vor allem in Südwestdeutschland in Erscheinung. Die Wintermonate überdauert diese plattgedrückte, ziegelrot gefärbte Milbe als reifes Weibchen in Baumverstecken. Die Männchen gehen vor der kalten Jahreszeit zugrunde. In der ersten Maihälfte beginnt die Ablage der länglichen, ziegelrot gefärbten Eier; die Eiablage erreicht in der zweiten Junihälfte den Höhepunkt. Die Eizahlen sind gering und betrugen durchschnittlich 15, maximal 29 Stück. Die Entwicklung geht sehr langsam vor sich, so daß jährlich nur 1 Brut ausgebildet wird. Die Popula-

tionsdichte ist im Juli, August (siehe Diagramm 1) am höchsten. Ab November findet man nur mehr Weibchen, die in Gesellschaften zusammengedrängt, den Winter überleben.

2,5 Untersuchungen über die Ursachen der Übervermehrung der phytophagen Milben

Die Frage nach den Ursachen der starken Spinnmilbenvermehrung wurde im Laufe des letzten Jahrzehnts eifrig von Wissenschaft und Praxis diskutiert. Auch im Rahmen dieser Untersuchungen wurde diese Frage behandelt, worüber hier kurz berichtet werden soll. Von ausschlaggebender Bedeutung für die Entwicklung der *Tetranychiden*, wie bereits mehrmals erwähnt, und in Freilandbeobachtungen und Laboratoriumsuntersuchungen festgestellt werden konnte, sind die Witterungsfaktoren. Temperatur, Feuchtigkeit und Sonneneinwirkung. Spinnmilben sind termophile Tiere, reagieren auf Wärme und Trockenheit mit einem beschleunigten Entwicklungsrhythmus. Ihre Vermehrung ist bei trockenem. warmem Wetter ungemein schnell, hingegen wirken sich Regenzeiten, niedere Temperaturen hemmend auf die Entwicklung aus. Wenn es sich auch um sehr wärmeliebende Tiere handelt, kann sich aber übermäßige Hitze auf sie schädlich auswirken und extrem hohe sommerliche Temperaturen beenden nicht selten die Vermehrung dieser Schädlinge. Obwohl sich die Temperaturverhältnisse des letzten Jahrzehnts günstig auf die Entwicklung der *Tetranychiden* ausgewirkt haben mögen — bei der kurzen Entwicklungsdauer und der raschen Generationenfolge der wirtschaftlich wichtigsten Arten, haben nämlich günstige Witterungsperioden, auch wenn sie von kurzer Dauer sind, schon einen großen Einfluß auf den Massenwechsel — so kann doch die starke Vermehrung und Schädigung durch Spinnmilben nicht allein auf meteorologische Einflüsse zurückgeführt werden. Es müßte dann auch in ungepflegten Gartenanlagen mit alten Baumbeständen zu einem starken Befall kommen, was jedoch nicht der Fall ist. In den gepflegten Anlagen, vor allem im Plantagenobstbau. wird die physiologische Beschaffenheit der Obstbäume durch Kulturmaßnahmen günstig beeinflußt. In den gründlich ausgelichteten Baumkronen. in die Licht und Wärme eindringen können. werden andere mikroklimatische Bedingungen geschaffen als in den dunklen ungepflegten Baumkronen vermooster alter Bestände, in welchen auch bei warmer Witterung niedere Temperaturen und hohe Feuchtigkeitsgrade herrschen. Spinnmilben, und das gilt besonders für *M. u.* vermögen sich in gut ausgelichteten Kronen gut zu entwickeln. Wie aus Diagramm 2 zu entnehmen ist. entwickelt sich *M. u.* in lichten Kronen gepflegter Bäume wesentlich rascher als in ungepflegten Bäumen, wo sie sich niemals zu einem wahren Schädling ausbildet. Die im Diagramm 2 angeführten Milbenzahlen wurden durch wiederholte Blattprobenzählung (an den angeführten Tagen) ermittelt. Die Proben bestanden aus je 20 Blättern. Die Art der Probenahme geschah in der Weise, daß an Ästen der Nord-, Süd-, West-

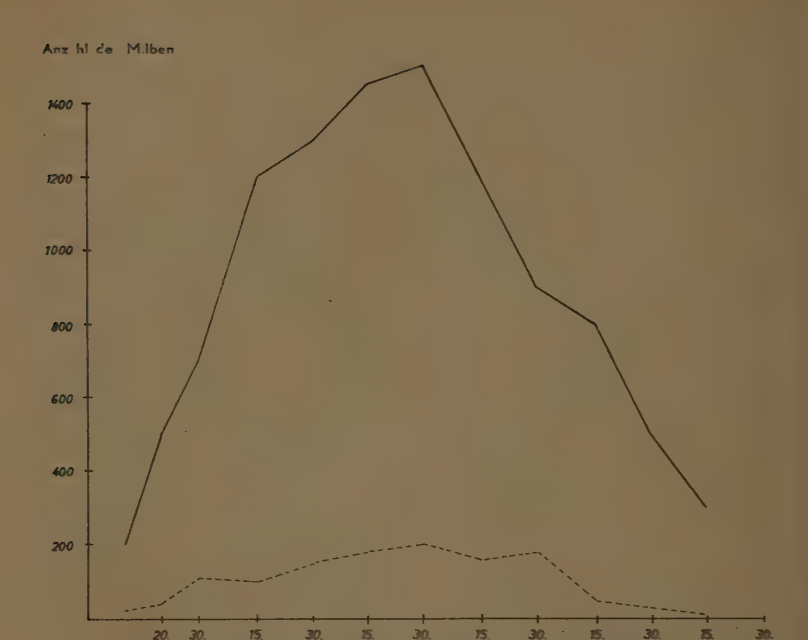


Diagramm 2

Vergleich der Populationsentwicklung von *Metatetranychus ulmi* Koch an gepflegtem und gespritztem Baum und ungepflegtem, unbehandeltem Obstbaum (Zahl der postembryonalen Stadien auf 20 Blättern).

——————— *gepflegter Baum*
- - - - - - - - - - *ungepflegter Baum*

und Ostseite des Baumes je 5 Blätter entnommen wurden. Ebenso haben Untersuchungen im Freiland und auch im Gewächshaus ergeben, daß die Düngung im allgemeinen und Stickstoffüberdüngung im besonderen, der Entwicklung der *Tetranychiden* sehr zuträglich ist und ihnen nährstoffreiche, lange frisch bleibende Blätter mehr zusagen als hartes, schorfiges und schlecht ernährtes Laub. Die vorliegenden Untersuchungen über die Abhängigkeit der Milbenentwicklung von der Nährstoffversorgung der Wirtspflanze wurden mit *M. u.* und *T. u.* an Apfelspindeln, die in Sandwasserkulturen herangezogen und denen die Nährstoffe in Form von Lösungen zugesetzt wurden, ausgeführt. Die Pflanzen sind vor Versuchsbeginn mit 50 Milbenweibchen besiedelt worden. Die Versuche wurden in dreifacher Wiederholung ausgeführt, die in der Tabelle angeführten Zahlen sind Durchschnittswerte. Wie aus der nachfolgenden Aufstellung

entnommen werden kann, ist an mit Stickstoff überdüngten Blättern eine beachtliche Steigerung der Eizahlen zu beobachten.

Eizahl pro Spinnmilbenweibchen	Apfelblätter ungedüngt	normal gedüngt	Stickstoff überdüngt
Metatetranychus ulmi	20	32	50
Tetranychus urticae	34	50	108

Gleichlaufend war auch eine Entwicklungsbeschleunigung sowie Herabminderung der Sterblichkeit zu beobachten. Verstärkt wird die Spinnmilbenvermehrung außerdem durch einen das ganze Jahr hindurch offen gehaltenen Boden, wie es im Erwerbs- und Plantagenobstbau in der Regel der Fall ist; der kahle Boden speichert und strahlt viel mehr an Wärme zurück als bepflanzter oder Grasboden. Neben den Witterungsverhältnissen, den Kultur- und Anbaubedingungen sowie den Düngungsmaßnahmen spielt auch die Schädlingsbekämpfung eine wesentliche Rolle. Vor allem gilt dies für jene Mittel, die den Spinnmilben selbst nichts anhaben, die natürlichen Feinde der Schadmilben töten oder stark dezimieren. Dies trifft z. B. für DDT-Mittel zu. Im Laboratoriumsversuch wurde die Wirkung dieser Produkte auf *M. u.* und *B. r.* bei Einzeltierbeobachtung untersucht und festgestellt, daß bei einer Konzentration von 0·1% eines 50%igen DDT-Mittels und einer Berührungszeit von einer Minute bereits eine Zunahme der Eiablagen um 50 bis 60% bei der erstgenannten Art und um 30 bis 40% bei der zweiten Art gegenüber unbehandelten Tieren eintrat. Inwieweit Insektizide den Vertilgerkomplex der *Tetranychiden* schädigen, wurde bereits im Jahre 1960 gezeigt (H. Böhm 1960). Diese Publikation enthält auch eine Übersicht über die in Österreich bisher vorgefundenen Spinnmilbenfeinde und gibt Daten über deren Lebensweise bekannt.

3. Spinnmilbenbekämpfung und Bekämpfungstermine

In diesem Abschnitt wird zusammenfassend über Erfahrungen und Untersuchungen berichtet, die in den Jahren 1954 bis 1960 mit verschiedenen Akariziden gemacht wurden. Die Prüfung erfolgte im Freiland und Gewächshaus, als Testtiere und Versuchspflanzen dienten im Gewächshaus *T. u.* auf *Phaseolus vulgaris*, im Freiland *M. u.* auf Kern- und Steinobstbäumen verschiedener Sorten. Gespritzt wurde im Freiland mit Motorspritze, im Gewächshaus mit einer Handspritze.

Die Versuchsauswertung erfolgte in der Weise, daß in regelmäßigen Abständen 5 Blätter pro Versuchspflanze oder 10 pro Versuchsbaum, unter dem Binocular ausgezählt, die Spinnmilbenart sowie das einzelne Entwicklungsstadium auseinandergehalten und zu Blättern unbehandelter in Vergleich gesetzt wurden. Die Prüfung der Winterspritzmittel wurde an mit Wintereiern von *M. u.* und *B. r.* besetzten Zweigen durchgeführt, die nach der Behandlung im Freiland bis zum Schlüpfen der Larven aufge-

hängt wurden. Der Prozentsatz der geschlüpften Larven wurde gegenüber unbehandelten Zweigen bestimmt und ergab somit die ovizide Wirkung des Versuchsmittels.

In diese Bekämpfungsversuche wurden folgende Wirkstoffe einbezogen:

Phosphorinsektizide: a) systemische. b) nicht systemische (Parathion, Malathion, Diazinon).

Selektive Akarizide.

Netzschwefel.

Winterspritzmittel.

Die Auswertung dieser mehrjährigen Untersuchungen brachte folgende Ergebnisse:

Die systemischen Phosphorinsektizide sind zur Niederhaltung der Spinnmilben an erste Stelle zu setzen, da sie außer einer im allgemeinen guten Initialwirkung auch über eine relativ lange Wirkungsdauer verfügen und die Spinnmilbenfeinde insoferne schonen, als sie, erfolgreich eingesetzt, zu einer Zeit verspritzt werden, zu der erst wenige Raubmilben oder Raubinsekten an den Bäumen vorhanden sind. Wirksam sind sie gegen Obstbaumspinnmilbe, Braune Spinnmilbe, Grasmilbe, Stachelbeermilbe, Gemeine Spinnmilbe und Weißdornspinnmilbe. Die Wirkung gegen Gelbe Apfelspinnmilbe und Oudemansche Spinnmilbe beschränkte sich auf die Jugendstadien, Larven und erstes Nymphenstadium.

Parathion, Malathion, Diazinon erwiesen sich ebenfalls zur Spinnmilbenbekämpfung als brauchbar, jedoch mit der Einschränkung, daß sie infolge ihrer kurzen Dauerwirkung in der „eierlosen Zeit" eingesetzt und mehrmals angewandt werden müssen. Dies erfordert eine genaue Beobachtung im Rahmen eines Warndienstes. Terminmäßig falsch gelegte Spritzungen mit diesen Mitteln bleiben selbst bei mehrmaliger Wiederholung ohne ausreichenden Erfolg.

Selektive Akarizide eignen sich zur Vernichtung der Spinnmilben zufolge ihrer guten Initial- und verhältnismäßig langen Dauerwirkung gut. Aber auch ihr Einsatz bedarf einer Bedachtnahme auf die unterschiedliche Wirkung der Präparate gegen die verschiedenen Entwicklungsstadien der Spinnmilben. Ein Vorteil dieser Mittel ist, daß sie meist minder bienengefährlich oder bienenungefährlich sind und auch den Vertilgerkomplex der *Tetranychiden* schonen.

Schwefelmittel wurden schon immer mit mehr oder weniger gutem Erfolg zur Bekämpfung von Spinnmilben eingesetzt. Im Rahmen dieser Versuche interessierte vor allem die Wirkung der Netzschwefelmittel; sie erwiesen sich in den zur Apfelmehltaubekämpfung notwendigen Konzentrationen als sehr gut wirksam gegen sämtliche der an Obstgehölzen vorkommenden Arten, einschließlich *E. p.* und *B. o.* Obwohl sie keine 100%ige Wirkung erreichen lassen, werden die Spinnmilben so niedergehalten, daß sie keine Schäden in den behandelten Anlagen ver-

ursachen. Dies umsomehr, als Netzschwefel zur Sicherung ausreichender Wirkung gegen Apfelmehltau mehrmals zur Anwendung gelangen müssen. Erwähnt sei, daß die gegenüber früher seltener gewordene Anwendung der Schwefelmittel im heutigen obstbaulichen Pflanzenschutz sicher die starke Vermehrung der Spinnmilben begünstigt hat. Die mehrfache Wirksamkeit der Netzschwefelmittel (Apfelmehltau, Spinnmilben, Teilerfolg gegen Schorfpilz) sind beachtliche Vorteile gegenüber anderen Fungiziden, die künftig schon in Anbetracht des in den letzten Jahren verheerend gewordenen Auftretens des Apfelmehltaus nicht übersehen werden dürfen.

Winterspritzmittel: Die Winterspritzung, an der in Österreich festgehalten wird, da sie die wirksamste Bekämpfungsmaßnahme gegen die San José-Schildlaus (*Quadraspidiotus perniciosus* Comst.) darstellt, vernichtet auch einen hohen Prozentsatz (80 bis 85%) der Wintereier von *M. u.* und *B. r.* Ein 100%iger Erfolg ist aus rein spritztechnischen Gründen nicht möglich, da die Eier zum Teil so versteckt liegen, daß sie von der Spritzbrühe nicht getroffen werden. Bei der starken Vermehrungsfähigkeit dieser Schädlinge reicht jedoch diese Abtötungsquote nicht aus, um einen Schaden während der Vegetationszeit durch die Obstbaumspinnmilbe, Stachelbeermilbe oder Grasmilbe zu verhindern. Erreicht wird jedoch eine starke Reduzierung des Spinnmilbenbefalles in der ersten und auch noch zweiten Generation, so daß auch ohne eine Vorblütenspritzung eine gute Ausbildung der Erstlingsblätter die für das Triebwachstum der Bäume notwendig ist, gewährleistet wird. Die als Weibchen überwinternden Arten werden durch die Spritzung während der Vegetationsruhe kaum erfaßt, da sie in ihren verborgenen Winterverstecken von der Spritzbrühe nicht erreicht werden.

Spritztermine

Der Erfolg der Spinnmilbenbekämpfung ist außer vom Spritzmittel auch vom Spritztermin abhängig, der für die einzelnen Arten infolge ihrer unterschiedlichen Lebensweise differiert. Die Maßnahmen, die für *M. u.* empfohlen werden, sind wohl auch für *B. r.* wirksam. Als günstigster Spritztermin für diese beiden Arten erwies sich in den Untersuchungen die Kurzvorblütenspritzung oder spätestens Kurznachblütenbehandlung, wobei bei letzterer schon eine Schädigung, die von den Milben während der Blütezeit verursacht wird, in Kauf genommen werden muß. Dies gilt besonders bei einem starken Auftreten der Braunen Spinnmilbe. Diese Schäden werden aber umso geringer sein, je besser und gründlicher die Winterbehandlung ausgeführt worden ist. Zur Zeit der ersten Nachblütenbehandlung kann auch die Weißdornspinnmilbe, Gelbe Apfelspinnmilbe und Oudemansche Spinnmilbe erfaßt werden. Später erweist sich die letztgenannte Art widerstandsfähiger gegen Akarizide überhaupt, wie dies auch Dosse (1955) angibt. Die Gemeine Spinnmilbe, die sich in ihrem biologischen Verhalten vollständig von diesen Arten

unterscheidet, wird am besten in der zweiten Junihälfte bekämpft; eine Schwierigkeit bei der Bekämpfung dieser Milbe besteht jedoch darin, daß stets mit einer Zuwanderung von den Unterkulturen her gerechnet werden muß. Das Gleiche gilt auch für die Grasmilbe, die erst im Juli, August die Obstbäume besiedelt und bei einem stärkeren Vorkommen auch zu dieser Zeit bekämpft werden muß.

4. Zusammenfassung

In den Jahren 1954 bis 1960 wurden Untersuchungen über die Spinnmilbenbiozönose an Obstgehölzen in Österreich angestellt. Im Rahmen dieser Beobachtungen wurde zunächst eine Bestandsaufnahme der in Österreich an Obstgehölzen schädigenden Arten gemacht. Nach den bisherigen Ergebnissen sind es folgende acht Arten die Schäden an Obstkulturen verursachen: *Metatetranychus ulmi* Koch, *Bryobia rubrioculus* Scheuten, *Bryobia graminum* Schrank, *Bryobia ribis* Thomas, *Tetranychus urticae* Koch, *Tetranychus viennensis* Zacher, *Eotetranychus pomi* Sepasgosarian, *Brevipalpus oudemansi* Oud. Die Arten *Metatetranychus ulmi*, *Bryobia rubrioculus*, *Tetranychus urticae* besitzen als Obstbaumschädlinge große wirtschaftliche Bedeutung, während den übrigen Arten im Untersuchungsgebiet nur eine untergeordnete Rolle zukam. Gleichzeitig wurden für die einzelnen Arten Studien über Wirtspflanzen, Lebensweise und Schädlichkeit ausgeführt. Als Ursachen für die Übervermehrung der *Tetranychiden* in den letzten Jahren, wurden neben günstigen Witterungsverhältnissen, moderne obstbauliche Maßnahmen (Schnitt, Düngung, Bodenpflege) sowie der Einfluß einzelner Insektizide erkannt. Es wird über die Brauchbarkeit verschiedener Insektizide zur Spinnmilbenbekämpfung und über die günstigsten Bekämpfungstermine für die einzelnen Arten berichtet.

Summary

In Austria investigations have been carried out in the years 1954 to 1960 about the biocenosis of spider mites on fruit trees. For the first observations have been carried out what species of spider mites are destructive to fruit trees in Austria. According to the results achieved up to now, the following eight species are causing damages on fruit cultures: *Metatetranychus ulmi* Koch, *Bryobia rubrioculus* Scheuten, *Bryobia graminum* Schrank, *Bryobia ribis* Thomas, *Tetranychus urticae* Koch, *Tetranychus viennensis* Zacher, *Eotetranychus pomi* Sepasgosarian, *Brevipalpus oudemansi* Oud. The species *Metatetranychus ulmi*, *Bryobia rubrioculus*, *Tetranychus urticae* are orchard pests of great economic importance; the other species which have been found in the area of observation too are of less importance only. At the same time studies have been carried out concerning host plants, biology and harmfulness of the various species. It has been found out that favourable

weather conditions, modern measures of fruit growing (cutting, fertilizing, soil cultivation) and the influence of some insecticides are the cause for the enormous propagation of the spider mites in the last years. It is reported on the usefulness of some insecticides for the control of spider mites and on the most favourable time for control of the various species.

5. Literaturangaben

Andersen V. St. (1947): Untersuchungen über Biologie und Bekämpfung der Obstbaumspinnmilbe *Paratetranychus pilosus* Can. et Fanz Dissertation Bonn, 1—118.

Böhm H. (1956): Eine gründliche Behandlung zum richtigen Zeitpunkt! Pflanzenarzt, **9**, 37—38.

Böhm H. (1957): Auftreten der Spinnmilbe *Brevipalpus oudemansi.*

Geijskes in Österreich. Pflanzenschutzberichte, **18**, 39—40.

Böhm H. (1960): Das Spinnmilbenproblem in Österreich. Pflanzenarzt, **13**, 75—76, 88—89.

Böhm H. (1960): Untersuchungen über Spinnmilbenfeinde in Österreich. Pflanzenschutzberichte **25**, 23—46.

Dosse G. (1953): Neue Gesichtspunkte zur Spinnmilbenfrage. Mitt. Biol. Zentral-Anstalt, Heft 75, 224—227.

Dosse G. (1954): Über Bekämpfungsmöglichkeiten einiger Spinnmilbenarten mit verschiedenen Akariziden. Anz. Schädlingskd. **5**, 65—71.

Dosse G. (1954): *Tenuipalpus oudemansi* Geijskes, eine für Deutschland neue Spinnmilbenart. Z. angew. Ent. **34**, 587—597.

Dosse G. (1955): Beiträge zur Biologie, Verbreitung und Bekämpfung der Milbe *Brevipalpus oudemansi* Geijskes *(Acar. Phytoptipalpidae)* Z. angew. Entom. **37**, 437—446.

Eyndhoven G. L. (1955): *Bryobia* from hedera, apple and pear *(Acar., Tetran.)* Ent. Ber. **15**, 340—347.

Eyndhoven G. L. (1956): *Bryobia cristata* (Duges 1834) and *Bryobia rubrioculus* (Scheuten 1857) *(Acar.)* Ent. Ber. **16**, 45—46.

Fritzsche R. (1956): Zur Problematik der Spinnmilbenbekämpfung. Nachrichtenblatt f. d. Deutsch. Pflanzenschutzd., **10**, 230—234.

Gäbele M. (1957): Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Bryobia (Acar., Tetranychidae).* Diss Landwirtsch. Hochschule Stuttgart Hohenheim.

Gäbele M. (1959): Beiträge zur Gattung *Bryobia (Acari. Tetranychidae).* Z. angew. Zool. **46**, 191—247.

Gasser R. (1951): Zur Kenntnis der Gemeinen Spinnmilbe *Tetranychus urticae* Koch 1. Mitt.: Morphologie, Anatomie, Biologie, Ökologie. Mitt. Schweiz. entom. Gesellsch. **24**, 217—262.

Geijskes D. C. (1939): Beiträge zur Kenntnis der europäischen Spinnmilben *(Acari, Tetranychidae)*, mit besonderer Berücksichtigung der niederländischen Arten. Medd. Landbouwhoogeschool Wageningen **42**, 1—36.

Grob H. (1953): Beobachtungen über den Populationsverlauf der Spinnmilben in der Westschweiz. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. **24**, 263—278.

Linke W. (1953): Untersuchungen über Biologie und Epidemiologie der Gemeinen Spinnmilbe, *Tetr. urticae* v. Hanst. unter besonderer Berücksichtigung des Hopfens als Wirtspflanze. Höfchen Briefe, **6**, 185—238.

Mathys G. (1954): Contribution ethologique a la resolution du complexe *Bryobia praetiosa* Koch. Mitt. Schweiz. ent. Ges. **27**, 137—146.

Mathys G. (1955): Les problémes du bryobe précieux *(Bryobia praetiosa* Koch) dans le cadre de la lutte contre le araignées rouges. Rev. rom. Agric. **11**, 93—95.

Müller G. F. W. (1957): Morphologie, Biologie und Bekämpfung der Weißdornspinnmilbe *Tetranychus viennensis* Zacher *(Acar., Tetranychidae)*. Höfchen Briefe **10**, 1—60.

Sepasgosarian H. (1956): Morphologie und Biologie der gelben Apfelspinnmilbe *Eotetranychus pomi* n. sp. *(Acar., Tetranychidae)*. Z. angew. Zool. **43**, 435—491.

Unterstenhöfer G. (1955): Über Wirkungsbreite, Zeitpunkt und Umfang der Anwendung von Akariziden im Obstbau. Gesunde Pflanzen **7**, 102—108.

Zacher Fr. (1921): Neue und wenig bekannte Spinnmilben. Z. angew. Ent. **7**, 181—187.

(Aus der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien)

Ergebnisse zehnjähriger Erhebungen über die Flugjahre des Maikäfers (*Melolontha melolontha* L. und *M. hippocastani* F.) in Österreich

Von

Walter Faber

Inhalt

Einleitung
Vorbereitung, Durchführung und Resonanz der Umfrage
Auswertung und Kartierung der Ergebnisse
Die Kennzeichnung der Maikäferflugjahre
Die Jahresflugkarten 1950—1960
1950 (Karte 1)
1951 (Karte 2)
1952 (Karte 3)
1953 (Karte 4)
1954 (Karte 5)
1955 (Karte 6)
1956 (Karte 7)
1957 (Karte 8)
1958 (Karte 9)
1959 (Karte 10)
1960 (Karte 11)
Die neue Maikäferkarte für Österreich
Vorarlberg
Tirol
Salzburg
Oberösterreich
Niederösterreich und nördliches Burgenland
Steiermark und südliches Burgenland
Kärnten

Änderungen der Maikäferflugjahre seit 1928
Zunahme bzw. Abnahme der Gebiete mit Hauptflugjahren
Änderungen des Zyklus
Änderungen der Flugjahrsfolge unter Beibehaltung des Zyklus
Ursachen für die Änderung des Fluggebietes, des Zyklus oder der Flugjahrsfolge
Zusammenfassung
Summary
Literatur

Einleitung

Der Maikäfer zählt infolge der schädlichen Lebensweise seiner Engerlinge zu den bedeutendsten Feinden unserer Kulturpflanzen und ist zugleich der einzige Schädling, der in den Schadensgebieten mit größter Regelmäßigkeit alle drei bzw. vier Jahre massiert auftritt. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, die Gebiete mit drei- bzw. vierjähriger Entwicklungsdauer zu ermitteln und zu kartieren und für die verschiedenen Gegenden des Schadauftretens die Jahre des massierten Käferfluges, die sogenannten Hauptflugjahre sowie die darauffolgenden Engerlingsfraßjahre über lange Zeit hinaus vorauszubestimmen. Die Kenntnis dieser Hauptflugjahre war schon zu einer Zeit von großer Bedeutung, als sich die Bekämpfung auf das Einsammeln der Käfer in den Flugjahren beschränkte: heue erfordert die chemische Großbekämpfung der Maikäfer frühzeitige und umfangreiche organisatorische Vorbereitungen, und die in Österreich derzeit vorherrschende Engerlingsbekämpfung durch Bodenbehandlung mit Insektiziden ist als vorbeugende Maßnahme ebenfalls außerordentlich termingebunden: Eine sichere Prognose der Maikäfer-Hauptflugjahre und der Engerlings-Fraßjahre ist daher die unbedingte Voraussetzung für den angestrebten Erfolg.

Die Möglichkeit der Maikäferprognose ist schon Jahrhunderte bekannt. Die gebietsweise Beobachtung und Registrierung der Flugjahre reicht in vielen europäischen Ländern weit zurück. Die ältesten Maikäferflugkarten besitzt wohl die Schweiz, sie gehen auf Heer (1841) bzw. Decoppet (1920) zurück. Zuletzt wurde die schweizerische Karte von Schneider-Orelli (1949) revidiert. In Deutschland hat Schmidt (1926) die erste zusammenfassende Darstellung der Flugjahrsverhältnisse gegeben. Die von Zweigelt (1928) in seinem umfangreichen Maikäferbuch veröffentlichte Karte der österreichischen Maikäferflugjahre umfaßt das Gesamtgebiet der alten österreichisch-ungarischen Monarchie und ist für das heutige Österreich seither nicht mehr berichtigt worden. Darstellungen über die Maikäferflugjahre weiterer österreichischer Nachbarländer gaben für Ungarn Szelenyi

(1950) und für Slovenien Janežić (1952). Für die Čechoslovakei scheint es derzeit keine zusammenfassende Karte der Maikäferflugjahre zu geben, ebenso liegt für Italien noch keine solche Darstellung vor (Vicini 1952). Über gute Kenntnis der Flugjahre und entsprechende Karten verfügen in Europa noch Frankreich (Regnier 1950) und Polen (Kozikowski 1938).

Die Beobachtung und Registrierung der Maikäferflugjahre dient nicht nur dem praktischen Zweck der Prognose. Darüber hinaus ist es auf diesem Wege auch möglich, verschiedenen noch ungeklärten Fragen der Populationsdynamik des Maikäfers näher zu kommen. An Hand eines gut fundierten Beobachtungsmaterials aus einem genügend großen Zeitraum lassen sich z. B. die experimentell gewonnenen Erkenntnisse auf ihre Richtigkeit prüfen und erhärten. Vor allem zum Problem der Entwicklungsdauer des Schädlings sind in neuerer Zeit entscheidende Beiträge geliefert worden (Thiem 1949, Vogel und Ilič 1953).

Die österreichische Maikäferflugkarte von 1928 wurde im Jahre 1951 fast unverändert als Arbeitsgrundlage neu herausgegeben (Faber 1951), obwohl sie in verschiedenen Details bereits damals offensichtlich nicht mehr mit den wirklichen Verhältnissen übereinstimmte. Daher wurde zugleich eine jährliche Umfrage in ganz Österreich begonnen, deren Ergebnisse die Revision der alten Maikäferkarte ermöglichen sollten. Von der Dichte des Beobachternetzes, von der Verläßlichkeit der gemeldeten Beobachtungen und von dem Umfang der eigenen Untersuchungen mußte es abhängen, ob über die Revision der Karte hinaus auch Rückschlüsse auf die Ursachen und Zeiträume der eingetretenen Flugjahrverschiebungen, der Ausdehnung bzw. Abnahme der Gebiete mit ausgeprägten Hauptflugjahren usw. möglich sein würden.

Vorbereitung, Durchführung und Resonanz der Umfrage

Während Heer (1871) und Decoppet (1920) als Unterlagen für die Erstellung eines Maikäferkalenders die Aufzeichnungen der Gemeinden über die Ergebnisse der Maikäfersammelaktionen zur Verfügung hatten, beschaffte sich Zweigelt (1928) seine Daten durch wiederholte Umfrage bei den Gemeindeämtern, Schulen, Forstverwaltungen usw. Von den jeweils ausgesendeten Fragebögen erhielt er 15 bis 20% beantwortet zurück. An diese Erfahrungen anknüpfend, sollte für die vorliegenden Untersuchungen die Umfrage an einen möglichst großen und möglichst gleichmäßig über das ganze Land verteilten Personenkreis von gleichem Bildungsgrad gerichtet werden. Daher lag es nahe, die Fragekarten ausschließlich an die Lehrerschaft der öffentlichen Volksschulen auszuschicken. Dabei wurden in Wien die Schulen der inneren Bezirke 1 bis 20 und in den Landeshauptstädten die Schulen im Stadtkern von der Umfrage ausgenommen. Die Aussendung erfolgte jährlich Ende April oder in den ersten Maitagen, und zwar — mit den er-

Bundesland: .... Orts-Gemeinde: ....

Pol.Bez.: .... Schule: ....

I. Wie stark war heuer der Maikäferflug in Ihrer Gemeinde? - kein Flug - vereinzelte Käfer - schwacher Flug - starker Flug - +)

II. Welche Maikäferart herrschte vor ? (Unterscheidung siehe Skizze auf Begleitschreiben) Feldmaikäfer - Waldmaikäfer +)

III. Welche Gehölzarten wurden am meisten heimgesucht ? ....

....

IV. Wann wurde der erste Flug beobachtet ? ....

V. Bemerkungen: ....

....

+) Zutreffendes bitte unterstreichen

Unterschrift:

Abb. 1: Die bei der Umfrage verwendete Fragekarte. Die Rückseite weist neben der vorgedruckten Empfängeranschrift Raum für die Anschrift des Absenders und den Vermerk: „Erhebungen über den Maikäferflug . . ." mit der betreffenden Jahreszahl auf.

wähnten Ausnahmen — jedesmal an alle Volksschulen. So gelangten die Fragekarten alljährlich auch in Gemeinden, in denen von Haus aus der Maikäfer nie vorkommt. Da es aber sehr schwierig gewesen wäre, diese Gemeinden von jenen sicher zu trennen, in deren Gebiet der Schädling zumindest fallweise in Schwärmen einfliegt, wie das zum Beispiel in Hochtälern bei günstiger Windrichtung häufig der Fall ist, wurde darauf verzichtet, absolut käferfreie Gemeinden auszuscheiden, selbst wenn das Fehlen des Käfers wiederholt gemeldet wurde.

Um die Bereitschaft zur Beantwortung nicht durch zu zahlreiche und schwierige Fragen zu beeinträchtigen, wurden die Fragekarten so knapp wie möglich gefaßt. Daher wählten wir in Anlehnung an die von Braun (1949) zur Aufstellung des schweizerischen Maikäferkatasters verwendete Fragekarte die auf Abb. 1 gezeigte Form und behielten diese seither unverändert bei. Zur Erleichterung der Entscheidung über die vorherrschende Maikäferart wurde dem Begleitschreiben eine Skizze der Pygidien von *Melolontha melolontha* und *M. hippocastani* beigegeben. Auf eine Unterscheidung der verschiedenen Färbungsvarianten von *M. hippocastani* wurde verzichtet.

Die erste Aussendung erfolgte im Jahre 1952. Dieser einführende Fragebogen enthielt auch Fragen über den Maikäferflug der Jahre 1949 bis 1951, welche für 1951 aus dem Gedächtnis recht verläßlich beantwortet wurden,

während die Angaben für 1950 teilweise unsicher sind. Die erhaltenen Daten für 1949 wurden nicht ausgewertet.

Der Großteil der beantworteten Karten langt in den ersten Wochen nach der Aussendung ein, interessanterweise hält aber der Zustrom der Karten alljährlich den ganzen Sommer über an, die letzten, es handelt sich meist um Leermeldungen, treffen regelmäßig erst im Spätherbst ein. Für die Durchführung ähnlicher statistischer Umfragen mögen die Erfahrungen über die zu erwartende Resonanz von Interesse sein. Tabelle 1 gibt den Durchschnitt des Prozentsatzes beantworteter Karten aus den Jahren 1952 bis 1960 für die einzelnen Bundesländer und im Gesamten wieder und gewährt zugleich einen Überblick über die Gesamtzahl der jährlich in die Bundesländer ausgesendeten Fragekarten.

Tabelle 1

Bundesland	jährlich ausgesendete Fragekarten	Prozent beantworteter Karten Durchschn. 1952—1960
Wien	102	41
Niederösterreich	1181	63
Burgenland	305	71
Steiermark	575	53
Oberösterreich	549	61
Kärnten	371	68
Salzburg	180	56
Tirol	437	41
Vorarlberg	192	46
Insgesamt	3892	58

Bei einem Durchschnitt von 58% beantworteter Karten darf die Beteiligung an der Umfrage als sehr rege bezeichnet werden, zumal, wenn man berücksichtigt, daß der Großteil der unbeantworteten Karten auf jene Gebiete entfällt, die entweder ständig maikäferfrei sind, oder welche in dem betreffenden Jahr keinen Maikäferflug zu verzeichnen hatten. Daß im Laufe der zehn Jahre weder die Anzahl der beantworteten Karten noch die Verläßlichkeit der Antworten merklich zurückgegangen sind, mag als ein weiterer Beweis für das Interesse gelten, welches die Umfrage bei den Lehrern gefunden hat.

Von den vier gestellten Fragen wurde die Frage nach der beobachteten Flugstärke mit überraschender Verläßlichkeit beantwortet, was sich besonders bei der Zusammenstellung der Jahres-Flugkarten zeigte, die in den Gebieten mit ausgeprägten Hauptflugjahren nur sehr wenige offensichtliche Falschmeldungen aufweisen. Dagegen konnten aus den Angaben über die vorherrschende Maikäferart, obwohl diese Frage fast ausnahmslos beantwortet worden ist, keine für die Erstellung des Maikäferkalenders und der Flugjahrskarte verwertbaren Schlüsse gezogen werden. So wird häufig in aufeinanderfolgenden Hauptflugjahren des gleichen Ge-

bietes das eine Mal der Feld- das nächste Mal der Waldmaikäfer als vorherrschend angegeben, oder in größeren Ortschaften gibt im gleichen Jahr die eine Schule die eine Art, die zweite Schule die andere Käferart als dominierend an. Ähnliches gilt für die Beantwortung der Frage nach dem ersten im jeweiligen Jahre beobachteten Flug. Von räumlich sehr nahe zusammenliegenden Ortschaften streuen die Daten im gleichen Jahr innerhalb sehr weiter Grenzen. Die Gründe für diese Ergebnisse liegen klar auf der Hand. sie sollen nicht verschwiegen werden. Der Widerspruch zwischen der erfreulichen Verläßlichkeit in der Beantwortung der Frage nach der beobachteten Flugstärke und der Unsicherheit der Antworten auf die übrigen Fragen klärt sich zwanglos auf. wenn man bedenkt, daß die Antworten zweifellos zum größeren Teil durch Klassenbefragung zustande gekommen sind. Ob in einem Jahr viele, wenige oder keine Maikäfer geflogen sind, wissen die Schulkinder der Landschulen meist ohne besondere Umschau einfach aus der täglichen oft unbewußten Beobachtung recht zuverlässig zu sagen. Die Verläßlichkeit wird noch dadurch erhöht, daß bei der Klassenbefragung die Beobachtungen vieler Kinder zusammengefaßt werden. Dagegen werden Schulkinder die Entscheidung. welche der beiden Maikäferarten vorherrscht, selbst nach sorgfältiger Beobachtung an Ort und Stelle nicht immer sicher zu treffen vermögen. Leider lassen sich bei der Frage über die Maikäferart die Antworten jener Lehrer, die gewissermaßen aus Liebhaberei intensive Naturbeobachtung betreiben, und es sind dies nicht wenige, von den unsicheren, durch Befragung der Schulkinder gewonnenen, nicht scheiden.

Zusammenfassend darf festgestellt werden, daß durch die Beantwortung von jährlich durchschnittlich 2.200 Fragekarten innerhalb von zehn Jahren aus ganz Österreich ein Beobachtungsmaterial zusammengetragen wurde. das ein sehr genaues Bild über die derzeitige Situation der Maikäferflugjahre vermittelt, wie es in dieser Art in keinem anderen Lande vorliegen dürfte. Es sei an dieser Stelle allen Landesschulbehörden für die gewährte Unterstützung und insbesondere der Lehrerschaft der öffentlichen Volksschulen für die geleistete rege Mitarbeit aufrichtiger Dank ausgesprochen.

Auswertung und Kartierung der Ergebnisse

Die Antworten aus der Umfrage wurden in ein Register eingetragen und bildeten die ausschließliche Grundlage für die Zusammenstellung der Jahresflugkarten. Die erhaltenen Daten über die Intensität des beobachteten Maikäferfluges wurden jährlich auf eine Grundkarte übertragen. auf welcher alle in die Aktion einbezogenen Ortschaften mit Volksschulen verzeichnet sind. Infolge der großen Dichte des Beobachternetzes konnten aus Raumgründen auf den Jahresflugkarten außer den Flugdaten nur die Landes- und Bezirksgrenzen und die Bezeichnung der Länder und Bezirke eingetragen werden (bei letzteren sind die Namen nach Maßgabe des

freien Raumes und daher nicht immer auf dem Ort der gleichnamigen Bezirkshauptstädte eingesetzt). Ortschaften, von denen in dem betreffenden Jahr keine Antwort eingelangt ist, sind als Punkte verzeichnet. Für die Darstellung der verschiedenen Intensitätsstufen des Fluges wurden Markierungen mit sinngemäß unterschiedlicher Augenfälligkeit gewählt, so daß die Jahresflugkarten ein anschauliches Übersichtsbild der jeweiligen Maikäferfluggebiete geben.

Neben den Ergebnissen der Umfrage standen auch die Meldungen der Pflanzenschutzberichterstatter der Bundesanstalt für Pflanzenschutz, die zahlreichen Mitteilungen seitens der Pflanzenschutzreferate der Landes-Landwirtschaftskammern und eigene Beobachtungen zur Verfügung. Die neue Karte der Maikäferflugjahre in Österreich ist aus der Zusammenfassung der Jahresflugkarten und aller anderen Unterlagen entstanden. Mit Rücksicht darauf, daß sieben verschiedene Flugjahrstypen zu kennzeichnen waren, wurde im Interesse der Anschaulichkeit die farbige Darstellung gewählt. Die farbig überdruckten Flächen der Karte begrenzen dementsprechend alle Gebiete mit ausgeprägten Hauptflugjahren. Die übrigen Gebiete sind entweder maikäferfrei oder weisen trotz ständigen Vorkommens des Schädlings keine periodischen Massenflüge auf.

Die Kennzeichnung der Maikäferflugjahre

Da es in Österreich neben den großen Gebieten mit dreijähriger Entwicklungsdauer des Maikäfers auch ausgedehnte Gebiete mit vierjähriger Entwicklung gibt und, wie bereits aus der alten österreichischen Maikäferflugkarte (Abb. 10) ersichtlich ist, alle Flugjahrsfolgen des dreijährigen und des vierjährigen Zyklus vertreten sind, ergibt sich zur Vermeidung von Unklarheiten bei der Darstellung der Flugjahrsverhältnisse die Notwendigkeit, eine einheitliche und eindeutige Bezeichnungsweise einzuhalten. Der Ausdruck Zyklus wird in der vorliegenden Arbeit ausschließlich bei der Bezeichnung der Entwicklungsdauer verwendet. In Österreich haben wir dementsprechend in den klimatisch günstigeren Gebieten, in welchen sich zugleich der bedeutendste Teil der landwirtschaftlichen Nutzfläche befindet, den dreijährigen Zyklus vorliegen, in den rauheren Lagen scheint dagegen der vierjährige Zyklus auf. Wo der Maikäfer so günstige Entwicklungsbedingungen vorfindet, daß er sich stark vermehren kann, kommt es zur Ausbildung ausgeprägter Hauptflugjahre, während die Maikäferpopulation der Zwischenjahre mehr oder weniger deutlich in Erscheinung tritt, die Mächtigkeit der Hauptflugjahre aber nicht erreicht. Zweigelt bezeichnete diese Gebiete mit Hauptflugjahren als „Seuchengebiete". Nach allen Erfahrungen decken sich jedoch die Gebiete des schädlichen (seuchenhaften) Auftretens der Maikäfer nicht immer mit jenen, in welchen Hauptflugjahre auftreten. Bei den vorliegenden Untersuchungen wurden nicht die Grenzen der Schadgebiete ermittelt, da diese

viel häufigeren und räumlich größeren Schwankungen unterworfen sind, sondern die Gebiete mit deutlich periodischem Auftreten des Käfers.

Die drei (vier) Populationen des drei-(vier-)jährigen Zyklus bezeichnete man bisher als „Stämme" (Schweiz: Berner-Stamm, Basler-Stamm, Urner-Stamm). Abgesehen davon, daß in Österreich in diesem Sinne „gleiche" Stämme auf räumlich weit voneinander getrennten Gebieten vorkommen (z. B. der „Stamm" III_1 in Niederösterreich, Kärnten und Vorarlberg), lehren die Erfahrungen, daß die Maikäferpopulation eines Flugjahres auch bei gleichem Zyklus in einem zusammenhängenden Gebiet durchaus uneinheitlicher Herkunft sein kann, indem sie sich aus dem regulären Hauptstamm des Flugjahres und aus einem Teil eines Stammes zusammensetzt, der sich infolge einer klimatisch bedingten vorübergehenden Entwicklungsverzögerung nunmehr mit dem Hauptstamm synchron entwickelt. Solche Vermischungen können im Grenzgebiet zwischen verschiedenen Zyklen auch durch Zuflug von Käfern in das Gebiet des Nachbarzyklus entstehen. Als „Stamm" bezeichnet man jedoch sinngemäß eine Population gleicher Abstammung. Wir ziehen daher statt dessen den allgemeineren Ausdruck „Flugjahrsfolge" für die gemeinsame Benennung der Maikäferpopulationen mit gleichem Zyklus und gleichen Hauptflugjahren vor.

Nach dem Vorschlag von Schneider-Orelli (1949) wird der dreijährige Flugjahrszyklus mit der römischen Ziffer III, der vierjährige mit IV und ein fünfjähriger (z. B. in Norddeutschland) mit V bezeichnet. Zur Benennung der drei, bzw. vier, bzw. fünf möglichen Flugjahrsfolgen wird an die römische Ziffer jene arabische Ziffer angehängt, welche sich aus der Division der Jahreszahl eines bestimmten Flugjahres durch die Zahl des betreffenden Zyklus als Rest ergibt. Diese Bezeichnungsweise erlaubt die genaue Definition jedes Flugjahres nach Zyklus und Flugjahrsfolge. Sie wurde bereits bei der Neuauflage der alten österreichischen Maikäferkarte verwendet (Faber 1951). Selbstverständlich können danach auch zwischen die Hauptflugjahre fallende Nebenflugjahre bezeichnet werden. In Fällen bei welchen es sich um einen, durch klimatische Einflüsse bedingten, um ein Jahr verfrühten oder verspäteten Flug eines Teiles des Hauptstammes handelt; spricht man von Vorflug oder Nachflug. Solche Fälle einer uneinheitlichen Entwicklungsdauer eines und desselben Stammes kommen, wie auch aus der Besprechung der Ergebnisse der Umfrage hervorgehen wird, immer wieder vor und können die Auseinanderhaltung der verschiedenen Stämme außerordentlich erschweren.

Wo es nötig ist, die Flugjahre des Feldmaikäfers von jenen des Waldmaikäfers zu differenzieren, ist dies sehr leicht durch die Beifügung eines *m (melolontha)* bzw. eines *h (hippocastani)* zur Flugjahrskennziffer möglich. Bei den vorliegenden Untersuchungen wurde eine solche Unterscheidung nicht vorgenommen. In der überwiegenden Mehrzahl der Gebiete spielt

der Waldmaikäfer eine sehr untergeordnete Rolle, anderseits konnte für jene Fälle, wo eine Auseinanderhaltung der Flugjahre beider Arten allenfalls fruchtbar gewesen wäre, wie erwähnt, die Umfrage keine sicheren Anhaltspunkte liefern.

Die Jahres-Flugkarten 1950—1960

Die Beobachtung der Stärke eines Maikäferflugjahres erfolgt nach subjektiver Schätzung, da ein objektives Messen bzw. Auszählen der auftretenden Käfermengen bestenfalls nur stichprobenweise vorgenommen werden und damit wiederum nur relative Resultate liefern könnte, die überdies infolge ihrer gleichzeitigen Abhängigkeit vom jeweiligen witterungsbedingten Verlauf des betreffenden Flugjahres nicht mit dem Ergebnis anderer Orte oder Jahre vergleichbar wären. Das Schätzungsergebnis ist vor allem von der Augenfälligkeit des Käferauftretens abhängig. Wenn bei günstiger Witterung die Gesamtmenge der Käfer in nicht übersehbaren Schwärmen innerhalb weniger Abende erscheint, wird ein „starker Flug“ zweifellos als solcher beurteilt werden. Ungünstige Witterung kann jedoch den Ausflug der Käfer derart verzetteln, daß das gesamte Auftreten bei gleicher Käfermasse ungleich schwächer erscheint. Eine kurze Schilderung des Verlaufes der Maiwitterung nach den Monatsübersichten der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien mag daher die Jahresflugkarten ergänzen und ihr richtiges Verständnis ermöglichen.

1950 (Karte 1)

M a i w i t t e r u n g : In ganz Österreich Monatsmitteltemperatur über, Niederschlagsmenge unter dem langjährigen Durchschnitt. Temperaturen in der ersten Monatshälfte nur knapp über dem Normalwert, in der Schönwetterperiode vom 20. bis 26. weit über diesen ansteigend. Es gab 10 bis 15 Regentage, gleichmäßig über den ganzen Monat verteilt mit nur geringen Niederschlagsmengen.

M a i k ä f e r f l u g : Die Bedingungen für Schwärmflüge, Reifungsfraß und Eiablage der Maikäfer waren fast durchgehend günstig.

F l u g g e b i e t e : Wie schon erwähnt, sind die Meldungen für das Jahr 1950 nach dem Gedächtnis gegeben und daher zum Teil unverläßlich. Auf folgende gebietsweise Häufungen der Meldungen starken Fluges sei jedoch hingewiesen, da sie die Meldungen späterer Jahre zwanglos ergänzen und bestätigen: Tirol, Inntal unterhalb Brixlegg bis Kufstein; Kärnten, Drautal oberhalb Sachsenburg bis zur Grenze, Gebiet nördlich Klagenfurt; Steiermark, die gesamte Untersteiermark, nördlich bis Bruck an der Mur; Burgenland, gesamte westliche Hälfte des Südburgenlandes; Niederösterreich, nördlicher und östlicher Teil des Bezirkes Gänserndorf.

1951 (Karte 2)

Maiwitterung: Der Monat war fast allgemein etwas zu kalt. Der Westen war zu trocken, der Osten bedeutend zu niederschlagsreich. Die Temperatur lag in der ersten und dritten Dekade etwas über, in der zweiten Dekade unter dem Normalwert. An 14 bis 18 Tagen fielen im Osten und Süden örtlich über 200 mm Regen, das ist das zwei- bis dreifache der Normalmenge. In Tirol und Vorarlberg wurde hingegen kaum die Hälfte der Sollmenge verzeichnet. Der ergiebigste Niederschlag fiel vom 9. bis 11. in Niederösterreich.

Maikäferflug: Das ursprünglich massierte Erscheinen der Maikäfer erfuhr durch den Witterungsrückschlag zu Ende der ersten Dekade eine empfindliche Einbuße. Die erste Eiablage erfolgte verzettelt. Das Jahr 1951 ist Flugjahr für die in Flächenausdehnung und wirtschaftlicher Bedeutung wichtigste Flugjahrsfolge in Österreich III_1, die auch in der Schweiz, in Jugoslawien und in Ungarn die größte Bedeutung hat. Vom vierjährigen Zyklus fliegt die Folge IV_3.

Fluggebiete: Starken Flug meldeten: Vorarlberg, Bezirke Bregenz, Feldkirch und Bludenz; Tirol, Bezirk Reutte; Salzburg, Bezirk Zell am See und Salzburg-Land; Oberösterreich, Bezirke Ried im Innkreis und Schärding, sowie einzelne Gemeinden der Bezirke Braunau, Vöcklabruck, Gmunden, Rohrbach, Urfahr, Freistadt, Perg und Linz; Niederösterreich, das gesamte östliche Gebiet von Waidhofen an der Thaya über Melk bis Neunkirchen, mit Ausnahme einiger Gemeinden an der östlichen Staatsgrenze; Burgenland, das gesamte Gebiet, mit Ausnahme der westlichen Hälfte des südlichen Landesteiles; Steiermark, Bezirke Bruck an der Mur, Leoben, Knittelfeld und Judenburg, sowie einzelne Gemeinden in einer Reihe anderer Bezirke dieses Bundeslandes; Kärnten, Bezirke Wolfsberg, Völkermarkt, Klagenfurt-Land, Villach und Hermagor sowie im Bezirk Spittal die Gemeinden im Drautal aufwärts bis Sachsenburg und im unteren Mölltal. Das Flugjahr 1951 war im Gebiet der Flugjahrsfolge III_1 allgemein deutlich schwächer als im letzten vorausgegangenen außerordentlich starken Flugjahr 1948.

1952 (Karte 3)

Maiwitterung: Die Temperatur war bis zum 13. übernormal, dann unternormal mit starker Abkühlung in der Zeit zwischen 15. und 20. Niederschlagsmengen im Süden und im Norden unternormal bis normal, im Bereich der Zentralalpen und im Osten übernormal. Stärkste Niederschläge in der Zeit vom 24. bis 27.

Maikäferflug: Der Ausflug erfolgte unter günstigen Bedingungen durchwegs massiert, doch wurde die Eiablage infolge des starken Witterungsrückschlages in der zweiten Monatshälfte vor allem in Tirol und im Waldviertel etwas beeinträchtigt. Flugjahr hatten die Folgen III_2 und IV_0.

Fluggebiete: Starken Flug meldeten: Tirol, Unterinntal, die zwischen Innsbruck und Jenbach nördlich des Inn gelegenen Gemeinden. Die Gemeinden im Drautal bis Lienz und im Iseltal; Salzburg, Bezirke Salzburg-Land und Hallein; Oberösterreich, Bezirke Wels, Linz, Kirchdorf und Steyr, sowie einzelne Gemeinden der Bezirke Braunau, Vöcklabruck, Rohrbach, Urfahr, Freistadt und Perg; Niederösterreich, im Waldviertel (Bezirke Waidhofen an der Thaya, Gmünd, Horn und Zwettl), sowie im Bezirk Amstetten einige Gemeinden an der Enns; Steiermark, einzelne Gemeinden in den Bezirken Gröbming-Liezen, Mürzzuschlag, Hartberg und Murau. Das Fluggebiet in letztgenanntem Bezirk setzt sich in Kärnten im Bezirk St. Veit bis Friesach fort.

Bei einem Rückblick auf die beiden Vorjahre fällt bereits in diesem Jahre die verworrene Lage der Maikäferflüge in Salzburg und in den westlichen und nördlichen Bezirken Oberösterreichs auf.

1953 (Karte 4)

Maiwitterung: Die Temperaturen lagen in der ersten Monatshälfte meist unter dem langjährigen Durchschnitt, waren nach dem 15. übernormal und sanken nach dem 27. wieder auf den Normalwert. Um den 11. und 12. ein kräftiger Kaltlufteinbruch mit Niederschlägen und im Süden Österreichs mit Frosttemperaturen bis unter —4° C. Niederschlagsmengen im größten Teil Österreichs unternormal, nur in Vorarlberg, Salzburg, und im Salzkammergut über dem langjährigen Durchschnitt.

Maikäferflug: Nach zögerndem Flugbeginn wurden die Käfermassen durch den Temperatursturz am 11. und 12. allgemein schwer getroffen und traten in der zweiten Monatshälfte trotz der kräftigen Erwärmung kaum noch in Erscheinung. Flugjahr der Folgen III_0 und IV_1.

Fluggebiete: Häufungen von Meldungen starken Fluges waren zu verzeichnen: Vorarlberg, Bregenzer Wald; Tirol, gesamtes Inntal, unteres Ötztal und oberes Zillertal. Im Inntal eine deutliche Lücke auf der nördlichen Talseite zwischen Innsbruck und Jenbach (siehe Jahresflugkarte 1952); Salzburg, Bezirk Salzburg-Land; Oberösterreich, Salzkammergut; Niederösterreich, Bezirk Gänserndorf; Burgenland, im nördlichsten Landesteil anschließend an das niederösterreichische Fluggebiet, sowie in der Westhälfte des Südburgenlandes; Steiermark, gesamte Untersteiermark, nördlich bis Bruck an der Mur und Leoben; Kärnten, Gebiet nördlich Klagenfurt und im Drautal oberhalb Sachsenburg bis zur Landesgrenze.

1954 (Karte 5)

Maiwitterung: Temperatur-Monatsmittel im gesamten Bundesgebiet um fast 1° C unter dem langjährigen Durchschnitt, Niederschläge fast ausnahmslos übernormal. Starke Kaltlufteinbrüche in der ersten Monatsdekade und um die Monatsmitte, gefolgt von Niederschlägen,

welche gebietsweise das Doppelte des langjährigen Durchschnitts erreichten.

Maikäferflug: Wie im Vorjahr war der Ausflug der Käfer und der Reifungsfraß durch Schlechtwetter beeinträchtigt, so daß die Käfermassen trotz ihrer relativen Mächtigkeit nur schwach in Erscheinung traten. Die Eiablage war jedoch in der wärmeren zweiten Monatshälfte weniger gehemmt. Flugjahr hatten die Folgen III_1 und IV_2. Die Folge III_1 hatte in ihrer Mächtigkeit gegenüber 1951 einen weiteren Rückgang erfahren. Die Häufung der Meldungen von nur schwachem Flug (z. B. in Niederösterreich, Bezirk Mistelbach und im Südburgenland) dürfte zum größeren Teil darauf zurückzuführen sein.

Fluggebiete: Eine Häufung der Meldungen starken Fluges war zu verzeichnen in: Vorarlberg in allen Bezirken; Tirol, in Reutte und Umgebung; Oberösterreich, in den Bezirken Ried im Innkreis und Schärding in den Gemeinden am Inn; Niederösterreich, im gesamten Bundesland östlich der Linie Waidhofen an der Thaya-Melk-Neunkirchen; im ganzen Burgenland mit Ausnahme der westlichen Hälfte des Südburgenlandes; Kärnten, in der gesamten südlichen Landeshälfte, im Drautal bis Sachsenburg und im unteren Mölltal.

1955 (Karte 6)

Maiwitterung: Monatsmitteltemperatur in ganz Österreich durchschnittlich um etwa 1° C unter dem langjährigen Durchschnitt, Niederschlagsmengen mit Ausnahme von Niederösterreich durchwegs übernormal. Der Temperaturverlauf zeichnet sich nach seinem Höchststand zum Monatsanfang durch fortlaufende Kaltlufteinbrüche aus, die in der ersten Monatshälfte von kurzfristigen kräftigen Erwärmungen abgelöst wurden, während in der zweiten Monatshälfte die Temperaturen durchwegs unter dem langjährigen Monatsmittel blieben. Die Niederschläge waren auf 15 bis 20 Niederschlagstage über den ganzen Monat verteilt, die größeren Niederschlagsmengen fielen in der zweiten Monatshälfte.

Maikäferflug: Nach anfänglich sehr massierten Schwärmflügen, die Ende April und in den ersten Maitagen vor allem in Oberösterreich zu beobachten waren, wurde die Entwicklung und Eiablage durch die ungünstige Witterung sehr stark gehemmt. Die Käfer traten in der zweiten Monatshälfte kaum noch in Erscheinung. Flugjahr hatten die Folgen III_2 und IV_3.

Fluggebiete: Häufungen von Meldungen starken Fluges waren zu verzeichnen in: Tirol, Bezirk Reutte, sowie im Inntal zwischen Innsbruck und Jenbach die Gemeinden nördlich des Inn; Salzburg, Bezirk Hallein und Salzburg-Land; Oberösterreich, Bezirke Wels, Linz, Kirchdorf und Steyr; Niederösterreich, Bezirk Amstetten, eine auffällige Häufung von Meldungen schwachen Fluges und einzelner starker Flüge in

den Bezirken Waidhofen an der Thaya, Horn und Zwettl; Steiermark, im oberen Murtal von Leoben bis Ober-Zeiring und Unzmarkt.

1956 (Karte 7)

Maiwitterung: Auch in diesem Jahre blieben die Monatsmitteltemperaturen abgesehen von den Randgebieten im Osten und Süden um etwa 1° C unter dem langjährigen Durchschnitt. Der Temperaturverlauf ist durch kräftige Kälterückfälle zum Monatsanfang, zu Beginn der zweiten Dekade und um den 20. charakterisiert, kräftige Erwärmung trat erst zu Ende des Monats ein. Die Niederschlagsmengen blieben mit Ausnahme des äußersten Westens und des Südostens unter dem Durchschnitt.

Maikäferflug: Durch die ungünstigen Temperaturen Ende April und Anfang Mai wurde zwar der massierte Ausflug der Käfer etwas unterdrückt, doch war die weitere Entwicklung und die Eiablage vor allem im Süden des Landes durch die Witterung weniger beeinträchtigt als in den Vorjahren. Flugjahr hatten die Folgen III_0 und IV_0.

Fluggebiete: Häufungen von Meldungen starken Fluges waren zu verzeichnen in: Vorarlberg, Bregenzerwald (letztes Flugjahr 1953); Tirol, Unterinntal von Jenbach bis Kufstein (letzte Flugjahre 1950, 1953), Drautal bis Lienz und Iseltal (letztes Flugjahr 1952); Salzburg, Bezirk Salzburg-Land und Anschluß an das Salzkammergut (letzte Flugjahre 1950, 1953); Oberösterreich, Bezirk Gmunden (Salzkammergut); Niederösterreich, Waldviertel, Bezirke Waidhofen an der Thaya, Gmünd, Zwettl und Horn (letztes Flugjahr 1952), sowie im Bezirk Gänserndorf die Gemeinden an der March (letzte Flugjahre 1950, 1953); Burgenland, im Nordosten des Bezirkes Neusiedl am See, anschließend an das Fluggebiet an der March, westlicher Teil des Südburgenlandes (Anschluß an das steirische Fluggebiet); Steiermark, die gesamte Unter- und Mittelsteiermark, nördlich bis Bruck an der Mur (letzte Flugjahre 1950, 1953), sowie im Gebiet von Liezen (letztes auffälligere Flugjahr 1952); Kärnten, Gebiet nördlich von Klagenfurt (letzte Flugjahre 1950, 1953) bis Friesach (letztes Flugjahr 1952), sowie im Drautal oberhalb Sachsenburg (letzte Flugjahre 1950, 1953).

1957 (Karte 8)

Maiwitterung: Die Monatsmitteltemperatur lag in ganz Österreich um 3 bis 4 Grad unter dem langjährigen Durchschnitt. Vor allem in der ersten Dekade brachte ein Schlechtwettereinbruch um den 6. die tiefsten Temperaturen begleitet von Schneefall bis in die Niederungen. Die zweite Dekade brachte einige kurzfristige Erwärmungen, während die Temperaturen im letzten Monatsdrittel wieder weit unter dem Durchschnitt blieben. Mit Ausnahme des Südens waren die Niederschlagsmengen allgemein normal bis unternormal, besonders trocken war das Marchfeld

und das südliche Wiener Becken wo nur ein Fünftel der Durchschnittsmenge fiel.

Maikäferflug: Infolge der sehr warmen Witterung in den letzten Apriltagen konnte in den östlichen und südlichen Teilen des Landes die Hauptmasse der Käfer in konzentrierten Schwärmen erscheinen. Durch die weitere ungünstige Witterung wurde jedoch die Käferzahl sehr stark dezimiert und die Entwicklung gehemmt, die Eiablage erfolgte sehr verzettelt. Flugjahr hatten die Folgen III_1 und IV_1.

Fluggebiete: Häufungen von Meldungen starken Fluges waren zu verzeichnen in: Vorarlberg, in dem nun schon aus den Jahren 1951 und 1954 bekannten Fluggebiet der Folge III_1, das ist im unteren Montafon und Klostertal, im Walgau und im Rheintal bis Bregenz; Tirol, im ganzen Oberinntal bis Innsbruck und weiter talabwärts bis Wattens in den Gemeinden der südlichen Talseite und im oberen Zillertal (letztes Flugjahr 1953); Oberösterreich, die Gemeinden am Inn, in den Bezirken Ried im Innkreis und Schärding (letzte Flugjahre 1951 und 1954); Niederösterreich, das gesamte Bundesland östlich der Linie Horn-Melk-Neunkirchen, mit Ausnahme einiger Gemeinden an der March (letzte Flugjahre 1951 und 1954); Burgenland, das gesamte Bundesland mit Ausnahme der westlichen Hälfte des Südburgenlandes (anschließend an das niederösterreichische Fluggebiet); Steiermark, ein begrenztes Gebiet bei Leoben (letzter Flug 1953); Kärnten, ganz Südkärnten, im Drautal bis Sachsenburg und im unteren Mölltal (letzte Flugjahre 1951 und 1954).

1958 (Karte 9)

Maiwitterung: Die Monatsmitteltemperaturen lagen durchwegs um zirka 3° C über dem langjährigen Durchschnitt. Dadurch steht der Mai des Jahres 1958 unter den wärmsten Maimonaten seit 1775 an fünfter Stelle. Die Temperaturkurve wurde nur am 4. und am 17. durch Schlechtwettereinbruch kurzfristig unter den Durchschnittswert gedrückt. Auch die Niederschlagsmengen waren durchgehend unternormal. Besonders trocken waren das südliche Wiener Becken, das Gebiet um den Neusiedler See und das obere Murtal, wo nur 10% der durchschnittlichen Niederschlagsmengen fielen.

Maikäferflug: Im Gegensatz zu den Jahren 1951 bis 1957 konnten 1958 der Käferausflug, der Reifungsfraß und die Eiablage erstmalig wieder ohne ernsthafte Störung durch die Witterung vor sich gehen, so daß in diesem Jahr auch schwächere Vorkommen sehr augenfällig in Erscheinung traten und als „starker Flug" bewertet wurden. Flugjahr hatten die Folgen III_2 und IV_2.

Fluggebiete: Aus der Häufung gleichartiger Meldungen lassen sich folgende Fluggebiete ablesen: Vorarlberg, verbreitet schwacher Flug im Gebiet des Bregenzer Waldes; Tirol, schwacher Flug in der Umgebung von Reutte (letzte starke Flüge dieser kleinen Insel 1950 und 1954), im

Inntal, nördliche Talseite zwischen Innsbruck und Jenbach (letzte starke Flüge 1952 und 1955); Salzburg, Bezirke Salzburg-Land und die Umgebung von Hallein (letzte Flugjahre 1952 und 1955); Oberösterreich, Bezirk Braunau (Anschluß an das salzburgische Fluggebiet), sowie die Bezirke Wels, Linz, Kirchdorf, Steyr und Perg (letzte Flugjahre 1952 und 1955). Starke Flüge wurden auch aus den Bezirken Ried, Schärding, Rohrbach, Urfahr, Freistadt, Vöcklabruck und Gmunden gemeldet, doch handelt es sich teils um Einzelmeldungen und wo geschlossene Gebiete starken Flug melden (z. B. Bezirk Rohrbach) läßt sich keine Periodizität der Flüge ermitteln. Die bereits oben erwähnte Unübersichtlichkeit der Verhältnisse in großen Gebieten Oberösterreichs wird in diesem Jahr besonders deutlich. Desgleichen fällt in diesem Jahr die relativ große Zahl von Meldungen starken Fluges aus meist weit auseinanderliegenden Einzelgemeinden in den Zentral- und Ostalpentälern auf, für die kein Anschluß an irgendeine Periodizität zu finden ist (Niederösterreich, Bezirk Lilienfeld, Steiermark, Bezirke Gröbming-Liezen, Leoben, Bruck an der Mur und Mürzzuschlag).

1959 (Karte 10)

M a i w i t t e r u n g : Die Monatsmitteltemperatur war allgemein schwach unternormal. Ein leichter Temperatursturz zum Monatsanfang wurde bald von kräftiger Erwärmung abgelöst, die mit einer kurzen Unterbrechung bis über den Beginn des letzten Monatsdrittels anhielt. Zum Monatsende erfolgte wieder mäßige Abkühlung. Die Niederschlagsmengen waren größtenteils unternormal, nur in Tirol-Vorarlberg, insbesondere im Inntal, in der Untersteiermark, im Nordwesten Oberösterreichs und in einem schmalen Gebiet an der March überstiegen die Werte den langjährigen Durchschnitt. Die stärksten Niederschläge fielen zum Monatsanfang und am 21.

M a i k ä f e r f l u g : Abgesehen vom Monatsanfang waren der Ausflug der Käfer, der Reifungsfraß und die Eiablage durch die Witterung begünstigt, so daß die Käfermassen in den Fluggebieten vor allem auch durch ihre Fraßschäden auffällig in Erscheinung traten. Flugjahr hatten die Folgen III_0 und IV_3.

F l u g g e b i e t e : Häufungen von Meldungen starken Fluges waren zu verzeichnen in: Tirol, Bezirk Reutte (letzte Flugjahre im gesamten Bezirk 1951 und 1955), im Unterinntal zwischen Jenbach und Kufstein (III_0), wobei die Gemeinden unterhalb von Brixlegg in diesem Jahr nur schwachen Flug meldeten; Salzburg, Bezirk Salzburg Land mit Anschluß zum Salzkammergut; Oberösterreich, Salzkammergut (III_0); Niederösterreich, begrenztes Fluggebiet östlich Drosendorf (Vorflug zu IV_0?) und starker Flug im Bezirk Gänserndorf (III_0); Burgenland, Bezirk Neusiedl, Anschluß an das Fluggebiet an der March, sowie westliche Hälfte des Südburgenlandes mit Anschluß an das steirische Fluggebiet; Steiermark,

die gesamte Unter- und Mittelsteiermark, nördlich bis Bruck an der Mur (III_0) und daran anschließend das obere Murtal bis Unzmarkt und Ober-Zeiring (letzte Flugjahre 1951 und 1955); Kärnten, Gebiet nördlich Klagenfurt und im Drautal oberhalb Sachsenburg bis zur Landesgrenze (III_0).

1960 (Karte 11)

Maiwitterung: Die Monatsmitteltemperaturen bewegten sich vorwiegend um den Normalwert, nur das Burgenland und das östliche Niederösterreich wiesen um 1 bis 2 Grad unter dem langjährigen Durchschnitt liegende Werte auf. Nach einem sehr kühlen ersten Monatsdrittel stiegen die Temperaturen um den 13. zu leichter und nach einem kurzen Rückfall um den 18. zu sehr kräftiger Erwärmung an, die in der letzten Dekade wieder von kühler, wechselhafter Witterung abgelöst wurde. Die Niederschlagsmengen bewegten sich um den Normalwert, der größte Teil der Niederschäge fiel im letzten Monatsdrittel.

Maikäferflug: Infolge der sehr kühlen letzten Aprilwoche und des zu kühlen ersten Maidrittels erfolgte der Ausflug der Käfer sehr verzettelt und wenig auffällig, was auch durch häufige Meldungen schwachen Fluges innerhalb geschlossener Fluggebiete zum Ausdruck kommt. Reifungsfraß und Eiablage verliefen jedoch normal. Flugjahr hatten die Folgen III_1 und IV_0.

Fluggebiete: Gehäufte Meldungen starken, bzw. schwachen Fluges waren zu verzeichnen in: Vorarlberg, in den Bezirken Bregenz Feldkirch und Bludenz (III_1); Tirol, Bezirk Lienz, Drautal bis Lienz und Iseltal (IV_0); in Oberösterreich fällt das starke Zurückgehen des Fluggebietes der Folge III_1 in den Bezirken Ried im Innkreis und Schärding auf; Niederösterreich, durch das Zusammenfallen der Folgen III_1 und IV_0 (Waldviertel) erstreckt sich ein geschlossenes Fluggebiet östlich der Linie Gmünd-Melk-Neunkirchen, mit einer deutlichen Lücke im Bezirk Gänserndorf (Gebiet der Folge III_0); Burgenland, im gesamten Lande mit Ausnahme der westlichen Hälfte des Südburgenlandes (III_1); Steiermark, Bezirk Liezen (IV_0); Kärnten, die gesamte südliche Landeshälfte im Drautal bis Sachsenburg (III_1), sowie im Gebiet von Friesach (IV_0).

In diesem Jahr ist der enorme Intensitätsrückgang des Fluges der Folge III_1 vor allem in Vorarlberg, Oberösterreich, und im Südburgenland, aber auch in Niederösterreich und Kärnten besonders deutlich. Sicher hat auch der durch die ungünstige Witterung verzettelte Ausflug der Käfer zu einer Unterbewertung der Flugstärke geführt, es besteht jedoch auch kein Zweifel, daß die Populationen der Folge III_1, dadurch daß ihre Flugjahre seit 1951 jedesmal durch ungünstige Maiwitterung beeinträchtigt waren, allgemein an Mächtigkeit eingebüßt haben. Dies drückt sich auch in dem starken Rückgang der Engerlingsschäden in diesen Gebieten seit dem enormen Schadensjahr 1949 aus.

Die neue Maikäferkarte für Österreich

Die Zusammenfassung der Jahresflugkarten 1950 bis 1960 und der zahlreichen sonstigen zur Verfügung stehenden Unterlagen ermöglicht die kartenmäßige Darstellung der Gebiete mit deutlich periodischen Maikäferflugjahren, d. h. mit sogenannten Hauptflugjahren, getrennt nach der Zugehörigkeit der einzelnen Gebiete zu den verschiedenen Zyklen und Flugjahrsfolgen (siehe Kartenbeilage „Die Maikäferflugjahre in Österreich, Stand 1960"). Selbstverständlich ist die Übereinstimmung des Kartenbildes mit den wirklichen Verhältnissen zu einem gewissen Grad zeitlich begrenzt und muß sich die Darstellung im Interesse der Übersichtlichkeit in vereinfachender Weise auf die Wiedergabe der wichtigeren bzw. gesicherten Tatsachen beschränken.

Vorarlberg

Die Gebiete mit Hauptflugjahren erstrecken sich auf das Rheintal von Bregenz bis Feldkirch, den Walgau und das untere Montafon- und Klostertal mit der Folge III_1, sowie im Bregenzer Wald entlang der Bregenzer Ache bis etwas oberhalb Bezau mit der Folge III_0. In diesem letzteren Gebiet treten allerdings verschiedene Nebenflüge auf, doch darf die Folge III_0 als derzeit dominierend angesehen werden.

Tirol

Hauptflugjahre treten im Inntal und den größeren Seitentälern, im Lechtal und in Osttirol im Drau- und Iseltal auf. Im Lechtal beginnt das Fluggebiet der Folge IV_3 etwas oberhalb Elbigenalp und erstreckt sich bis Reutte, wo es sich teilweise mit dem dort beginnenden und bis zur Staatsgrenze ziehenden Gebiet der Folge IV_2 überschneidet. Im Inntal lassen sich Hauptflugjahre schon von Pfunds an registrieren, ins Pitztal erstreckt sich das Gebiet etwa bis Wenns, ins Ötztal bis Umhausen, schließt bei Telfs das Mieminger Plateau ein, reicht im Sellraintal bis Sellrain, im Stubaital bis Fulpmes, im Wipptal bis Matrei und dringt ins Zillertal bis innerhalb Mayrhofen vor, bei Kramsach tief ins Brandenbergtal, bei Wörgl nur wenig ins Brixental und bei Kufstein westlich bis Thiersee, östlich bis Bärnbad. Eine kleine Insel mit Hauptflugjahren besteht bei Kössen. Das Oberinntal bis vor Innsbruck gehört auf beiden Talseiten der Folge IV_1 an, ebenso das Sellrain-, Stubai- und Wipptal. Zwischen Innsbruck und Hall, also noch im klimatisch begünstigten sogenannten „Föhndelta" herrscht auf beiden Talseiten die Folge III_2 vor, die links des Inn auf der besonnten Talseite bis Jenbach vordringt, auf der rechten Talseite zwischen Hall und Weer jedoch durch die schon vom Oberinntal bekannte Folge IV_1 ersetzt ist. Von Jenbach bis zur Staatsgrenze bei Kufstein tritt die Folge III_0 auf und erstreckt sich ins Zillertal etwa bis Fügen. Von Fügen bis Aschau schaltet sich, allerdings

in den letzten Jahren weniger in Erscheinung tretend, die Folge III_2 ein, die weiter taleinwärts bis zur Grenze des Fluggebietes durch die Folge IV_1 ersetzt ist. In dem erwähnten kleinen Gebiet bei Kössen dominiert vor allen anderen mit Nebenflugjahren vertretenen vierjährigen Folgen die Folge IV_2.

Salzburg

Die Lage der Maikäferflüge in Salzburg ist derzeit sehr verworren; deutliche Hauptflugjahre lassen sich nur im Salzachtal von Hallein bis zur Landesgrenze mit der Folge III_2, sowie in zwei nach Osten abzweigenden Keilen bis zum Wallersee, bzw. zum Trumersee mit der Folge III_0 nachweisen. Die Verhältnisse liegen jedoch im Norden des Bezirkes Salzburg Land nicht so eindeutig wie weiter südlich im Salzachtal. Ein klar begrenztes Fluggebiet der Folge III_0 besteht im Salzkammergut. Es beginnt bei St. Gilgen am Wolfgangsee und setzt sich weiter bis Bad Ischl auf oberösterreichisches Gebiet fort, wo es sich mit dem aus dem steirischen Bad Aussee über Hallstadt und dem von Gmunden über Ebensee kommenden Arm vereinigt.

Die enge Begrenzung des Gebietes mit Hauptflugjahren im Land Salzburg darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, daß der Maikäfer sehr weit in die Täler hinauf noch in z. T. erheblicher Menge vorkommt. Starke Flüge, jedoch in völlig unregelmäßigen Zeitabständen, werden aus dem gesamten Pongau und Pinzgau bis Mittersill, sowie aus dem Gebiet von Zell am See, Saalfelden und Lofer gemeldet. In Saalfelden dürfte die Folge IV_3 zumindest bis 1955 vorgeherrscht haben, doch blieben 1959 alle Meldungen, die diese Annahme hätten bestätigen können, aus, was darauf hindeutet, daß in diesem Jahr ein Flug nicht mehr stattgefunden hat.

Oberösterreich

Noch unübersichtlicher als in Salzburg sind die Flugjahrsverhältnisse in ganz Oberösterreich mit Ausnahme des großen Fluggebietes im Raume Wels-Linz-Steyr und des schon erwähnten Gebietes im Salzkammergut. Im Innviertel scheinen anstatt nur einer dominanten Folge die beiden Flugjahrsfolgen III_0 und III_2 nebeneinander offensichtlich in gleicher Stärke auf. Dieser Zustand des „Umbruches" besteht nun schon zumindest seit Beginn der Erhebungen und dauert zur Zeit unverändert an. Etwas klarer liegen die Umstände am Inn im Raum von Braunau bis Schärding, wo die Folge III_1 deutlich vorherrschend ist. Das Mühlviertel, in dem aus klimatischen Gründen Hauptflugjahre immer gefehlt haben, fällt durch die Häufung von Meldungen starken Fluges in sehr dichter zeitlicher Folge auf. Besonders gilt dies für den Bezirk Rohrbach, aus dem fast jährlich starke Maikäferflüge gemeldet wurden. Hier ist eine Analyse nach verschiedenen Flugjahrsfolgen überhaupt nicht möglich.

Das größte oberösterreichische Gebiet mit Hauptflugjahren im Raume Wels-Linz-Steyr gehört der Folge III_2 an. Im Norden reicht es bis über die Donau und zieht von Ottensheim im Westen, wo es auch einen Ausläufer ins Tal der Großen Rodl entsendet, in einem schmalen Streifen entlang der Donau ostwärts bis Grein. Rechts der Donau beginnt das geschlossene Gebiet von Westen her im Trauntal auf der Höhe von Lambach und setzt sich in einem immer breiter werdenden Keil über Wels nach Linz und Enns fort. Nach Süden dringen Ausläufer weit ins Kremstal bis Kirchdorf, bei Asten bis St. Marien und ins Ennstal bis Steyr und Garsten und von dort im Steyrtal weiter bis Klaus vor. Allerdings ist der Zusammenhang im Kremstal zwischen Neuhofen und Kremsmünster und im Steyrtal zwischen Sierning und Grünburg unterbrochen. Auch im Almtal bei Scharnstein und Grünau besteht eine kleine Insel der Folge III_2. Bei St. Valentin erreicht das geschlossene Gebiet südlich der Donau auf niederösterreichischem Boden seine Ostgrenze. Die Begrenzung des Fluggebietes der Folge III_0 im Salzkammergut wurde bei der Besprechung der Verhältnisse im Land Salzburg gegeben.

Niederösterreich und nördliches Burgenland

Das bei St. Valentin endende oberösterreichische Fluggebiet der Folge III_2 findet südlich der Donau mit zwei kleinen Inseln bei Amstetten und bei Ulmerfeld an der Ybbs seine Fortsetzung. Ein weiteres Gebiet der Folge III_2, bei Ybbs, reicht in den Strudengau bis Nöchling, entlang der Ybbs bis Blindenmarkt und nördlich der Donau ins Ispertal bis Altenmarkt. Westlich Ybbs findet es den Anschluß an das größte und wirtschaftlich wichtigste österreichische Fluggebiet, welches die Folge III_1 aufweist. Zwei weitere kleine Inseln der Folge III_2, die eine am Südhang des Jauerling, die andere bei Reichau sind noch zu erwähnen. Beide berühren das Gebiet der Folge III_1, sind aber in den letzten Jahren stark zurückgegangen. Nördlich Reichau schließt bei Meisling an die kleine Insel der Folge III_2 ein ebenfalls kleines Gebiet an, für das allerdings nicht mit voller Sicherheit das Vorherrschen der auch im Waldviertel auftretenden Folge IV_0 ermittelt wurde.

Die Grenze des Fluggebietes der Folge III_1 verläuft von Pöchlarn an ostwärts bis Melk zunächst beiderseits nahe der Donau und reicht im Süden mit zwei Ausläufern ins Erlauftal bis Petzenkirchen und bei Melk bis St. Leonhard am Forst. Von Melk an wendet sich die Grenze links der Donau nach Norden durch die Wachau, dringt im Spitzer Graben bis Mühldorf vor, berührt die beiden erwähnten Inseln der Folgen III_2 und IV_0 an der Krems und folgt dann mit einigem Abstand dem rechten Ufer des Kamp bis Krumau. Von dort zieht sie nach Nordosten und bekommt bei Messern südöstlich der Wild Anschluß an das Waldviertler Fluggebiet IV_0. Die Trennungslinie zwischen den beiden Fluggebieten läßt sich nur näherungsweise fixieren; sie ist häufigen Schwankungen unter-

worfen, in manchen Jahren treten auch größere Überschneidungen auf. Derzeit verläuft sie von der Wild an etwa bis Pernegg und von dort ziemlich gerade nach Norden, um bei Drosendorf die Staatsgrenze zu erreichen. Westlich davon, ebenfalls an der Staatsgrenze, liegt bei Langau-Riegersberg auf dem Gebiet der Folge III$_1$ eine kleine Enklave der Waldviertler Folge IV$_0$.

Die Grenze des Waldviertler Fluggebietes verläuft von Messern, wo dieses Gebiet mit der Folge III$_1$ zusammentrifft, in nordwestlicher Richtung bis Schönfeld, weiter in südwestlicher Richtung bis Allensteig, dann westlich über Echsenbach und Kirchberg am Walde bis Gmünd; von dort wieder ostwärts über Langegg nach Pfaffenschlag, wieder zurück in nordwestlicher Richtung über Heidenreichstein bis Litschau und schließlich scharf ostwärts zur Staatsgrenze. Zwei Inseln der vierjährigen Folge IV$_0$, eine kleinere bei Göpfritz an der Wild, die andere nördlich Gmünd bei Altnagelberg sind noch zu vermerken.

Südlich der Donau wendet sich die Grenze des großen Fluggebietes der Folge III$_1$ von Melk aus in allgemein östliche Richtung, dringt aber im Pielachtal bis Tradigist, im Traisental bis Lilienfeld vor und verläuft von dort ziemlich gerade nach Nordosten über Neulengbach, wendet um Mauerbach und verläuft dann mit der Hauptrichtung Süd entlang der Thermenlinie, wobei das Fluggebiet tief in die zahlreichen von Westen kommenden Täler eindringt: Im Liesingtal bis Breitenfurth, bei Mödling in die Hinterbrühl und bis Gaaden, an der Schwechat bis Alland, im Triestingtal bis Altenmarkt, im Piestingtal bis Gutenstein, an der Schwarza bis Gloggnitz, am Pitten bis Kirchberg. Den südlichsten Punkt erreicht dieses geschlossene Fluggebiet bei Aspang, von wo die Grenze in nordöstlicher Richtung verläuft um am Rosalien-Gebirge auf die burgenländische Grenze und weiter bei Loipersbach auf die Staatsgrenze zu treffen. Ein Keil des südburgenländischen Fluggebietes der Folge III$_1$ reicht an der Rabnitz westwärts bis Lichtenegg, am Zöbernbach bis Schönau auf niederösterreichisches Gebiet.

Das geschlossene Fluggebiet der Folge III$_1$ wird in Niederösterreich und im nördlichen Burgenland zwischen Niederabsdorf im Norden und Halbturn im Süden auf der ganzen Breite von Osten her von dem Fluggebiet der Folge III$_0$ westwärts, im Norden bis Pirawarth, Deutsch Wagram und bis vor Wien, im Süden im gesamten Gebiet des Neusiedler Sees bis ans Leithagebirge durchdrungen. Während an der March bis zur Donau und südlich davon entlang der Staatsgrenze bis Halbturn ein etwa 10 Kilometer breiter Streifen von dieser Flugjahrsfolge völlig beherrscht wird, lassen sich westlich in der angegebenen Breite regelmäßig schwache Flüge dieser Folge neben den Hauptflügen der Folge III$_1$ nachweisen. Eine Restinsel mit Flug der Folge III$_1$ ist an der östlichen Staatsgrenze bei Wolfsthal-Berg innerhalb des bereits rein der Folge III$_0$ zugehörigen Gebietes erhalten geblieben. Die Ausdehnung und Mächtigkeit des Flug-

gebietes der Folge III_0 ist allerdings im Jahre 1959, dem letzten Flugjahr dieser Folge, etwas zurückgegangen.

Steiermark und südliches Burgenland

Das Fluggebiet der Folge III_1 im Südburgenland südlich der Landesenge bei Ödenburg ist durch das Rosaliengebirge vom nördlich gelegenen Gebiet der gleichen Folge räumlich getrennt. Die Grenze verläuft von Sieggraben südwestlich auf niederösterreichisches Gebiet und kehrt nach dem oben beschriebenen Verlauf bei Aschau im Tauchental wieder auf burgenländischen Boden zurück, wo sie mit der Grenze des Fluggebietes der in der Untersteiermark und im westlichen Südburgenland vorherrschenden Folge III_0 zusammentrifft und als gemeinsame, relativ scharf ausgeprägte Grenze weiter südwärts über Mariasdorf, Goberling, Stadt Schleining, Unterwart, Olbendorf, Bocksdorf, Gamischdorf und Heiligenkreuz bis an die Staatsgrenze verläuft und das Südburgenland in eine östliche, von der Folge III_1 und eine westliche, von der Folge III_0 beherrschte Hälfte teilt. Eine kleine, aber in jedem Flugjahr sehr deutlich aufscheinende Enklave der Folge III_0 liegt im Gebiet der Folge III_1 nordwestlich Güssing in der Gemeinde Hackerberg.

In der Steiermark verläuft die Nordgrenze des Fluggebietes der Folge III_0 von Pinggau über Friedberg, Rohrbach, Flattendorf in südwestlicher Richtung, wendet dann nach Nordwest bis Pöllau und weiter nach West bis Gutenberg um am Rabnitzbach nach Südosten bis Eggersdorf zurückzuweichen, und erreicht in westlicher Richtung weiterverlaufend nördlich Gratkorn das Murtal, dem sie aufwärts bis Bruck an der Mur folgt, wo sie ins Mürztal bis Hafendorf vordringt; auf der nördlichen Talseite zurückkehrend, trifft sie im Murtal bei Picheldorf auf das Fluggebiet der Folge IV_1. Von dort verläuft die Grenze rechts der Mur talabwärts und verläßt das Murtal südlich Frohnleiten, verläuft über Übelbach-Markt ziemlich gerade nach Süden bis Stiwoll, wo sie sich, den überquerten Tälern jedesmal etwas nach Norden folgend, in allgemeine Westrichtung bis Maria Lankowitz hinzieht. Weiter verläuft sie nach Süden bis Edelschrott, dann dem Tal abwärts folgend im großen Bogen ostwärts bis Ligist und wendet sich dann endgültig nach Süden um bei St. Lorenzen die Staatsgrenze zu erreichen.

Im Murtal schließt an dieses große Fluggebiet bei Picheldorf das schon erwähnte Gebiet der Folge IV_1 an und wird nördlich der Mur von Donawitz, südlich von Schladnitz an durch die Folge IV_3 abgelöst, deren Gebiet, der Mur aufwärts folgend, sich in den nördlichen Seitentälern bis Trofaiach, Kammern, Seckau und Katzling-Ober-Zeiring erstreckt und im Murtal bei Unzmarkt endet. Ein kleines isoliertes Gebiet der Folge IV_3 befindet sich noch in der Einöd nördlich Bruck an der Mur. In der Nordsteiermark läßt sich ein deutliches Fluggebiet der Folge IV_0 nach-

weisen, das im Selztal etwa bei Bärndorf beginnt und sich über Liezen bis Wörschach ins Ennstal erstreckt. Im Süden des Bezirkes Murau, an der Bahnstrecke nach Klagenfurt, beginnt bei Wildbad Einöd ein ebenfalls kleines Fluggebiet der Folge IV_0, das sich nach Kärnten bis Friesach fortsetzt.

Neben diesen Gebieten mit ausgeprägten Hauptflugjahren tritt in der Steiermark ebenso wie in Salzburg der Maikäfer in den Alpentälern häufig, aber nicht in periodischen Abständen, mit starkem Flug auf. Dies gilt vor allem für das Mürztal, das obere Mur- und das obere Ennstal sowie für die Gegend von Mariazell.

Kärnten

Der Hauptteil des gesamten Kärntner Fluggebietes wird von der Flugjahrsfolge III_1 beherrscht. Das Gebiet dieser Folge nimmt das Drautal von der Staatsgrenze im Osten hinauf bis Sachsenburg im Oberen Drautal ein und entsendet Ausläufer in alle größeren Seitentäler: Im Mölltal bis Ober-Vellach, im Liesertal bis vor Gmünd, nördlich des Millstättersees bis Radenthein, nördlich Villach über den Ossiachersee hinaus bis Feldkirchen und westlich ins Gailtal bis Kötschach. Von Villach an verläuft die südliche Grenze des Gebietes bis Abtei im wesentlichen entlang der Drau um dann bis Bleiburg in östlicher Richtung und von dort wieder nach Norden zurück zur Drau zu verlaufen.

Im Norden zieht die Grenze des Gebietes vom Ossiachersee an ostwärts bis Velden, weiter am Südufer des Wörthersees, südlich Klagenfurth vorbei, um dann, rasch nach Nordost abbiegend, dem Gurktal bis Brückl zu folgen. Von dort läuft die Grenze weiter in östlicher Richtung und umschließt noch einen breiten ins Lavanttal bis Wolfsberg reichenden Ausläufer des Gebietes, ehe sie bei Lavamünd in das Drautal zurückkehrt. Neben der Folge III_1 tritt in Kärnten auch die Folge III_0 in zwei größeren Gebieten auf. Das eine liegt nördlich Klagenfurt und schließt zwischen Pörtschach am Wörthersee und Brückl im Gurktal ohne größere Überschneidungen an das Gebiet der Folge III_1 an. Die gemeinsame Grenze wird im befallsfreien Gebiet des Magdalensberges weit auseinandergedrängt und schließt erst bei Brückl wieder zusammen. Nördlich reicht dieses Gebiet der Folge III_0 im Görschitztal bis nördlich Eberstein, im Gurktal in der ganzen Breite des Krappfeldes bis Treibach. Nördlich des Wörthersees erstreckt es sich bis ins obere Glantal und findet bei St. Veit den Anschluß zum Krappfeld. Das zweite Gebiet der Folge III_0 schließt im Drautal bei Sachsenburg an die Folge III_1 an und reicht bis zur Landesgrenze wo es von der Folge IV_0 abgelöst wird. Das kleine Gebiet der Folge IV_0 bei Friesach wurde bereits bei der Besprechung der steirischen Flugverhältnisse erwähnt.

Änderungen der Maikäferflugjahre seit 1928

Beim oberflächlichen Vergleich der neuen Maikäferflugkarte von Österreich mit der alten Karte von 1928 (Abb. 10, siehe auch Faber 1951) fällt zunächst auf, daß sich die Lage und Ausdehnung der Gebiete mit Hauptflugjahren auf der neuen Karte mit jenen der Zweigelt'schen Seuchengebiete auf der alten Karte in großen Zügen deckt; ebenso zeigt sich eine ungefähre Übereinstimmung der Flugjahrsfolgen in den größeren geschlossenen Fluggebieten. Anderseits sind, wie zu erwarten war, im Detail eine Reihe einschneidender Veränderungen zu verzeichnen, sowohl was die Ausdehnung der Fluggebiete allgemein betrifft, als auch bezüglich der Zyklen und Flugjahrsfolgen, denen die einzelnen Gebiete angehören.

Zunahme, bzw. Abnahme der Gebiete mit Hauptflugjahren: In Vorarlberg ist die Größe des Fluggebietes fast unverändert geblieben. Allerdings ist in allerletzter Zeit das Fluggebiet der Folge III_1 stark zurückgegangen (siehe Jahresflugkarte von 1960, Karte 11). Der Einwand, daß die jüngsten Flugjahre von III_1 infolge der schlechten Maiwitterung einen sehr verzettelten Verlauf nahmen und daher in ihrer tatsächlichen Intensität bei den Meldungen stark unterbewertet worden sind, vermag diesen Rückgang nur zum Teil zu erklären. Ein Vergleich des Vorarlberger Fluggebietes auf den Jahresflugkarten von 1951 (Karte 2) und 1954 (Karte 5) mit dem auf der Karte von 1960 vermag dies zu bestätigen.

In Tirol hat sich der Umfang des Fluggebietes nur geringfügig verändert. Ein früher von Landeck aus ins untere Paznaun- und ins Stanzertal reichender Ausläufer ist verschwunden. Südlich Innsbruck dringt der Maikäfer heute etwas tiefer in die Seitentäler mit Hauptflugjahren vor. Im Unterinntal ist das Gebiet im Brixental etwas zurückgegangen, dagegen fehlte früher der heute bis Thiersee nachweisbare Ausläufer. Die kleine Insel bei Kössen ist als Gebiet mit Hauptflugjahren ebenfalls neu. In Osttirol hat sich das Fluggebiet neuerdings bis in das obere Drautal und ins Defreggental vorgeschoben.

In Salzburg sind die Hauptflugjahre im Pinzgau und Pongau bis Hallein erloschen, im Gebiet von Saalfelden vielleicht erst in jüngster Zeit (siehe auch Seite 118, Salzburg). Im Norden des Landes, wo früher die Seuchengrenze entlang des Salzachtales verlief, haben sich zwei Ausläufer nach Osten, bei Seekirchen und beim Trumersee aufgebaut. Neu ist ebenfalls das Ausmaß des heute von einer relativ starken Population beherrschten Fluggebietes im Salzkammergut, mit dem Zentrum bei Bad Ischl, wo früher nur eine Insel bestand.

Im Westen Oberösterreichs, wo zur Zeit vollkommen unübersichtliche Flugjahrsverhältnisse bestehen, ist die Begrenzung der Fluggebiete nur im Raum zwischen Braunau und Schärding einigermaßen fixierbar. Dort ist gegenüber früher ein schwacher Schwund zu verzeichnen. Stark zurückgegangen ist das große Fluggebiet im Raum Wels-Linz-Steyr, das früher

im Westen bis Vöcklabruck und Aschach reichte und im Osten in Niederösterreich bei St. Pölten und Spitz an der Donau Kontakt mit dem großen Fluggebiet der Folge III_1 hatte, und im ganzen sowohl nach Süden als auch nordwärts erheblich breiter war.

Das geschlossene Fluggebiet in Niederösterreich ist in seiner Begrenzung ziemlich unverändert geblieben, lediglich im Norden hat sich die Grenze, ursprünglich vom Kamp über Horn bis nordwärts Retz verlaufend, durch den Zusammenschluß der früher nur inselartigen Waldviertler Fluggebiete zu einem geschlossenen Raum bis westlich Gmünd und Litschau vorgeschoben und im Raum von St. Pölten, sowie südlich Wien, an der Thermenlinie, reichen die Ausläufer heute etwas tiefer in die Seitentäler hinein.

Für das Burgenland, das bereits früher fast in seinem ganzen Gebiet periodische Maikäferflugjahre aufwies, ist das Schließen der seinerzeit noch bestehenden kleinen Lücke zwischen den Bezirken Oberpullendorf und Oberwart zu vermerken.

In der Steiermark hat sich an der Ausdehnung der Fluggebiete außer dem Erlöschen der Hauptflugjahre im Mürztal und dem Aufbau eines neuen Fluggebietes bei Liezen ebenfalls nichts Wesentliches geändert. Auch in Kärnten ist nur ein kleiner Schwund der Fluggebiete eingetreten. Vor allem ist der Zusammenhang des Gebietes der Folge IV_0 bei Friesach mit dem südlicheren Gebiet der Folge III_0 unterbrochen.

Änderungen des Zyklus: Vor allen anderen Änderungen der Flugjahrsverhältnisse, welche die neue Maikäferkarte gegenüber der alten aufweist, ist der allgemeine Übergang vom vierjährigen zum dreijährigen Zyklus in den klimatisch günstigeren Gebieten des vierjährigen Zyklus am auffälligsten. Besonders in einigen Alpentälern ist diese Tendenz zur Verkürzung der Entwicklungszeit deutlich. Das größte Gebiet nimmt diese Zyklusverschiebung in Nordtirol ein, wo es früher außer einem kleinen, auch von Zweigelt als unsicher angesehenen, dreijährigen Gebiet im unteren Ötztal nur Hauptflugjahre mit vierjähriger Periode gab (Folge IV_3 im Lechtal, IV_1 im Ober- und Unterinntal und IV_0 im Gebiet von Innsbruck). Heute gehört das gesamte Unterinntal bis Innsbruck mit Ausnahme der südlichen Talseite zwischen Hall und Weer, sowie das untere Zillertal bis Aschau dem dreijährigen Zyklus an (III_0 von Kufstein bis Jenbach, bzw. III_2 Jenbach-Innsbruck und unteres Zillertal).

Der erwähnte problematische dreijährige Flug (III_1) im unteren Ötztal und ein ebenso problematisches Fluggebiet der Folge III_2 in Osttirol im Raum von Matrei sind heute vierjährig mit der Folge IV_1 (Ötztal) bzw. IV_3 (Matrei).

In Niederösterreich stellt das Vordringen der Folge III_1 im Waldviertel von der alten, auf der Linie oberes Kamptal-Horn-Retz verlaufenden Grenze bis Drosendorf nicht allein einen Zuwachs des Fluggebietes dar, sondern ist auch als Zyklusverschiebung aufzufassen.

In der Steiermark ist im Murtal das Fluggebiet des dreijährigen Zyklus (Folge III_0) von Frohnleiten bis über Bruck an der Mur auf Kosten der früher vorherrschenden vierjährigen Folge IV_3 vorgedrungen.

In Kärnten hat sich im oberen Drautal bis zur Landesgrenze mit dem Ersatz der Folge IV_0 durch die dreijährige Folge III_0 und im Mölltal durch das Erlöschen der Folge IV_2 und das Nachrücken von III_1 ebenfalls der Übergang zum dreijährigen Zyklus vollzogen.

Änderungen der Flugjahrsfolge unter Beibehaltung des Zyklus: In Vorarlberg ist im Bregenzer Wald die früher vorherrschende Folge III_1 verdrängt und durch die Folge III_0 ersetzt worden. In Nordtirol ist das Aufkommen der in Österreich früher wie heute am schwächsten vertretenen Folge IV_2 im Gebiet der Folge IV_3 bei Reutte und die Umstellung des Raumes südlich Innsbruck von IV_0 zur Folge IV_1 zu vermerken. In Osttirol tritt im Drautal oberhalb Lienz heute die Folge IV_3 anstatt der früheren IV_0 auf. Salzburg bietet ein völlig verändertes Bild. Im Salzachtal herrscht die Folge III_2 anstatt der früheren III_0, im Salzkammergut III_0 an Stelle der vorher im Ansatz vorhandenen III_2 vor. In Oberösterreich hat zwischen Braunau und Schärding entlang des Inn die Folge III_1 den früheren Flug III_0 ersetzt.

Die weitläufigsten Flugjahrsverschiebungen weist Niederösterreich auf. Das große Gebiet der Folge III_1 hat sich von seiner ehemaligen Westgrenze bei St. Pölten und Spitz an der Donau auf Kosten der Folge III_2 bis über Pöchlarn hinaus vorgeschoben. Im Osten dringt dagegen die Folge III_0 an der March und im nördlichen Burgenland weit nach Westen vor (siehe auch Seite 120). Im Südburgenland gab es in den Bezirken Oberwart, Güssing und Jennersdorf früher nur den auch in der gesamten Unter- und Mittelsteiermark vorherrschenden Flug der Folge III_0. Später hat sich in diesem Raum von Osten her die Folge III_1 durchgesetzt und bis zum Jahr 1951 (Karte 2) die alte Folge aus den beiden erstgenannten Bezirken fast völlig und im Bezirk Jennersdorf aus dem nördlichen Drittel verdrängt. In den späteren Flugjahren wurde diese Verschiebung jedoch wieder teilweise rückläufig, so daß schließlich im Jahre 1960 (Karte 11) die Folge III_1 in den Bezirken Oberwart und Güssing nur mehr wenig, im Bezirk Jennersdorf nicht mehr vertreten war. Es bleibt allerdings abzuwarten, ob dieser jüngste Rückgang der Folge III_1 von Dauer sein wird. Das Gebiet der Folge III_0, das sich in den letzten Jahrzehnten sonst in allen Bundesländern vergrößert hat, nahm nämlich in diesem Gebiet während des Rückganges der Folge III_1 nur unmerklich zu. In der Steiermark hat sich beim Vordringen des dreijährigen Zyklus im Mürztal von Frohnleiten bis Bruck an der Mur an der Berührungsstelle mit der von früher vorhandenen Folge IV_3 als Zwischenglied ein kleines Gebiet der Folge IV_1 bei Leoben eingeschoben. In Kärnten sind Verschiebungen zwischen Flugjahrsfolgen des gleichen Zyklus nur im Westen des Landes erfolgt. Im Liesertal ist bei Gmünd das in der alten Maikäferkarte noch verzeichnete kleine Gebiet der Folge III_2 verschwunden und durch

die Folge III_1 ersetzt. Im Oberen Drautal war die Folge III_1 ehemals bis Steinfeld vorherrschend, heute hat die Folge III_0, welche weiter talaufwärts die frühere Folge IV_0 abgelöst hat, auch die Folge III_1 bis Sachsenburg zurückgedrängt.

Ursachen für die Änderung des Fluggebietes, des Zyklus oder der Flugjahrsfolge

Alle die geschilderten Veränderungen der Flugjahrsverhältnisse sind durch Schwankungen der Populationsdichte bzw. der Entwicklungsdauer bedingt, die ihrerseits wieder — bei großräumiger Betrachtung — vor allem von klimatischen Faktoren abhängen. Das Wachstum einer geschlossenen Population resultiert bekanntlich aus Vermehrungsrate und Mortalität. Beide unterliegen direkt oder indirekt dem Einfluß meteorologischer und anderer Faktoren. Allerdings wirken sich nur tiefgreifende Schwankungen der Populationsgröße auf die Flugjahrsverhältnisse verändernd aus.

Die Vermehrungsrate, das heißt die durchschnittliche Zahl entwicklungsfähiger Eier je Weibchen, hängt unter anderem vor allem vom Prozentsatz befruchteter Weibchen und von deren Ernährungszustand zur Zeit der Eiablage ab und ist dadurch mit dem Nahrungsangebot und dem Witterungsverlauf während des Reifungs- und Regenerationsfraßes der Käfer, aber auch während der Engerlingsentwicklung ursächlich verknüpft. In der Praxis können insbesondere anhaltende Trockenheit und Nahrungsmangel im letzten Jahr der Engerlingsentwicklung zur Ausbildung wenig reproduktionsfähiger Kümmerformen führen. Witterungsrückschläge während der Flugzeit der Maikäfer wiederum verursachen unter Umständen Störungen der Kopulationstätigkeit und damit die Herabsetzung des Anteiles entwicklungsfähiger Eier. Im allgemeinen aber ist bei einer geschlossenen Population die Vermehrungsrate allein kaum so großen Schwankungen unterworfen, daß die herrschenden Flugjahrsverhältnisse dadurch gestört würden.

Wesentlich häufigere und größere Abweichungen vom Normalwert erleidet die Moralität. Vor allem anhaltende oder wiederholte Temperaturstürze zur Zeit des Maikäferfluges bis zur Eiablage erhöhen die Sterblichkeit außerordentlich. Je länger sich diese ganze Periode hinzieht, desto mehr Käfer fallen vor der Eiablage den Witterungseinflüssen und natürlichen Feinden zum Opfer. Solche Witterungsrückschläge, verbunden mit Schneefall und Frost können eine Maikäferpopulation völlig auslöschen, zumal, wenn diese in mehreren aufeinanderfolgenden Flugjahren unter derartig schlechter Maiwitterung zu leiden hat. Massierter Waldflug der Käfer, kurze Reifungsperiode und geschlossener Feldflug zur Eiablage gewährleistet die geringstmögliche Verlustquote. Auch im Engerlingsstadium kann die Temperatur die Mortalitätskurve steil ansteigen lassen. Plötzlich eintretende, anhaltende tiefe Fröste im Spätherbst, wenn die

Engerlinge noch nicht in die Tiefe des Bodens abgewandert sind, oder im Frühjahr, wenn sie bereits wieder obere Bodenschichten aufgesucht haben, lichten die Population sehr stark aus. Neben der Temperatur stellen auch die Niederschläge einen die Sterblichkeit stark beeinflussenden Witterungsfaktor dar. Ausgiebige Regen- oder Schneefälle, die zusammen mit Temperaturstürzen auftreten, wirken bei der Vernichtung der Käferpopulation kräftig mit. Große Trockenheit oder stauende Nässe im Boden können die Eigelege oder die noch sehr empfindlichen Jungengerlinge zu einem hohen Prozentsatz vernichten. Seuchenhafte Krankheiten wiederum breiten sich bei schlechtem Ernährungszustand der Engerlinge, bzw. bei anhaltender Nässe und dichtem Engerlingsbesatz im Boden rasch aus und stellen einen sehr wirksamen mortalitätssteigernden Faktor dar.

Durch großräumig getroffene Maßnahmen des Menschen kann die Populationsbewegung des Maikäfers ebenfalls so einschneidend beeinflußt werden, daß daraus Änderungen der bestehenden Flugjahrsverhältnisse entstehen. So werden durch umfassende Bodenmeliorationen unter Umständen auch die Entwicklungsbedingungen für die Engerlinge verbessert. Allgemeine Umstellung der bestehenden Form der Bodenbewirtschaftung (vor allem der Bodenbearbeitung) kann die Entwicklungsmöglichkeiten für die Engerlinge stark verändern. Das Anlegen von Windschutzstreifen in weithin baumlosen Gebieten mit Gehölzarten, die als Fraßbäume für den Maikäfer in Betracht kommen, schafft unter Umständen neuen Lebensraum für den Schädling.

Zum Unterschied von Populationsschwankungen, die, wie gezeigt, von vielen Faktoren abhängig sein können, ist die Änderung der Entwicklungsdauer allein auf klimatische Schwankungen zurückzuführen. Die Entwicklungsgeschwindigkeit ist vor allem temperaturabhängig, in zweiter Linie spielt auch das Nahrungsangebot eine Rolle, das selbst weitgehend witterungsbedingt ist.

Welche Ursachen sind im einzelnen für die im vorigen Abschnitt dargelegten Veränderungen des Fluggebietes, des Zyklus und der Flugjahrsfolge bei gleichem Zyklus anzuführen und auf welche Weise erfolgten diese Veränderungen?

Änderungen des Fluggebietes: Rückgang: Die bestehende Population geht stark zurück oder erlischt ganz, oder spaltet sich durch eine nicht die gesamte Population erfassende Änderung des Zyklus in zwei schwächere Stämme auf; Hauptflugjahre bleiben aus. Ursache: Erhöhung der Mortalität durch Schlechtwettereinfluß, Krankheiten oder menschlichen Einfluß, teilweise Änderung der Entwicklungsdauer durch vorübergehende Klimaschwankungen. Zuwachs: In Gebieten ohne Hauptflugjahr nimmt eine vorhandene schwache Population so stark zu, daß sie dominant wird, oder das Gebiet wird neu besiedelt. Ursache: Großräumige Klimaverbesserung, Ausbleiben von Witterungsrückschlägen zu

den für die Entwicklung des Maikäfers kritischen Zeiten über mehrere Generationen. Verbesserung der Entwicklungsbedingungen durch menschlichen Einfluß.

Änderung des Zyklus: Übergang einer geschlossenen Population von drei- zu vierjähriger Entwicklung oder umgekehrt. Ursache: Großräumige Klimaveränderung (wirksame Komponente ist die Temperatur).

Änderung der Flugjahrsfolge bei gleichem Zyklus: Rückgang der vorherrschenden Population und Aufkommen der Population eines der Nebenflugjahre, oder (vor allem im Grenzgebiet zwischen zwei verschiedenen Flugjahrsfolgen) massenhafter Zuflug aus dem Gebiet der benachbarten Flugjahrsfolge. Auch eine vorübergehende Zyklusänderung, die schon nach einer Generation wieder rückgängig wird, kann eine bloße Änderung der Flugjahrsfolge mit Beibehaltung des Zyklus vortäuschen. Ursache: Wiederholte starke Beeinträchtigung der Flugjahre der ursprünglich vorherrschenden Flugjahrsfolge, Begünstigung der Flugjahre der Ersatzfolge durch die Witterung, bzw. (im Falle einer vorübergehenden Zyklusänderung) vom Flugjahr an gerechnet Aufeinanderfolge von mindestens zwei besonders warmen oder kühlen Jahren.

Schließlich sei hier noch darauf hingewiesen, daß das Fehlen ausgeprägter Hauptflugjahre nicht allein auf Gebiete beschränkt ist, in denen sich aus klimatischen und sonstigen Gründen eine genügend starke dominierende Population nicht ausbilden kann: auch in Gebieten, deren klimatische und topografische Verhältnisse den Aufbau einer vorherrschenden Population jederzeit zulassen würden, können vorübergehend Hauptflugjahre fehlen. Ein bezeichnendes Beispiel hiefür sind die derzeitigen Verhältnisse im nördlichen Salzburg und im westlichen Oberösterreich, die erkennen lassen, daß diese Landstriche zwar eindeutig dem dreijährigen Zyklus angehören, daß aber zur Zeit alle drei möglichen Flugjahrsfolgen, zumindest aber die Folgen III_0 und III_2 gleich stark nebeneinander vorkommen. Diese unentschiedene Konkurrenz der drei Flugjahrsfolgen dauert während des gesamten Beobachtungszeitraumes seit 1950 bis heute unverändert an. Die Tatsache, daß sich in einem Gebiet, in dem durch irgendwelche Ursachen die bestehende Flugjahrsordnung aus dem Rhythmus geraten ist, eine neue Flugjahrsfolge nur sehr langsam durchzusetzen vermag, einerseits und die erstaunliche Konstanz des Vorherrschens einer bestimmten Flugjahrsfolge über Jahrzehnte hindurch gegenüber der Konkurrenz der Zwischenflugjahre, die besonders bei großen Fluggebieten nicht für den dreijährigen, sondern auch für den vierjährigen Zyklus zu beobachten ist, anderseits, zeigen, daß die Populationsdynamik beim Maikäfer ein gegen Veränderungen durch äußere Einflüsse gut abgepuffertes, selbstregulierendes System von großem Trägheitsmoment darstellt, das, einmal aus dem Gleichgewicht gebracht, sich nur zögernd wieder neu aufbaut.

Von den verschiedenen hier aufgezeigten Änderungen der Flugjahrsverhältnisse ist der Wechsel des Zyklus am besten einer Untersuchung nach den ursächlichen Zusammenhängen zugänglich. Eine Änderung der Entwicklungszeit kann in Gebieten, die klimatisch an der Grenze beider Zyklen liegen, kurzfristig bei Aufeinanderfolge mindestens zweier in gleicher Richtung stark von den Normaltemperaturen abweichender Jahre erfolgen, während sich sonstige Flugjahrsverschiebungen oder Änderungen der Fluggebiete meistens in sehr viel längeren Zeiträumen vollziehen.

Tabelle 2: Seehöhe sowie 50jährige Durchschnittswerte der Jahresniederschläge und der Saisonmitteltemperaturen für einige maikäferphänologisch wichtige Orte Österreichs.

	Seehöhe m	Ø 1901 bis 1950 jährliche Niederschläge mm	Ø 1901 bis 1950 Saisonmitteltemperatur ° C
Feldkirch	537	1.158	13·5
Landeck	818	719	13·0
Innsbruck	582	858	14·0
Kufstein	495	1.331	13·2
Lienz	668	955	13·3
Salzburg	437	1.337	13·5
Reichersberg	350	820	13·7
Linz an der Donau . . .	260	843	14·5
Krems	227	520	15·0
Wien	203	688	14·9
Neusiedl am See	140	630	15·5
Bruck an der Mur	485	788	13·5
Graz	338	895	14·7
Klagenfurt	448	999	14·1

Auf die Entwicklungsgeschwindigkeit der Engerlinge wirkt sich die Bodentemperatur praktisch nur in den Monaten aus, in denen der Engerling aktiv ist, das sind im großen Durchschnitt die Monate April bis Oktober. Da Messungen der Bodentemperaturen nur für den jeweiligen Boden gelten, in dem sie gemessen wurden und nicht verallgemeinert werden können, repräsentieren die Tagesmittel, bzw. Monatsmittel der Lufttemperaturen fast ebenso gut die Durchschnittsverhältnisse für ein bestimmtes Gebiet. Abb. 2 und 3 zeigen die Mittelwerte aus den Monatsmitteltemperaturen von April bis Oktober — in der Folge als „Saisonmittel" bezeichnet — aus einigen für die Maikäferphänologie repräsentativen Orten Österreichs für die Jahre 1947 bis 1960. Gleichzeitig sind für jeden Ort die „fünfzigjährigen Saisonmittel" von 1881 bis 1930 und von 1901 bis 1950 als kurz bzw. lang strichlierte Linien eingezeichnet, so daß auch die Abweichung des Saisonmittels jedes Jahres vom „Normal-Saisonwert" abgelesen werden kann. Die beiden fünfzigjährigen Saisonmittel differieren voneinander bei allen Orten um etliche Zehntel Grad,

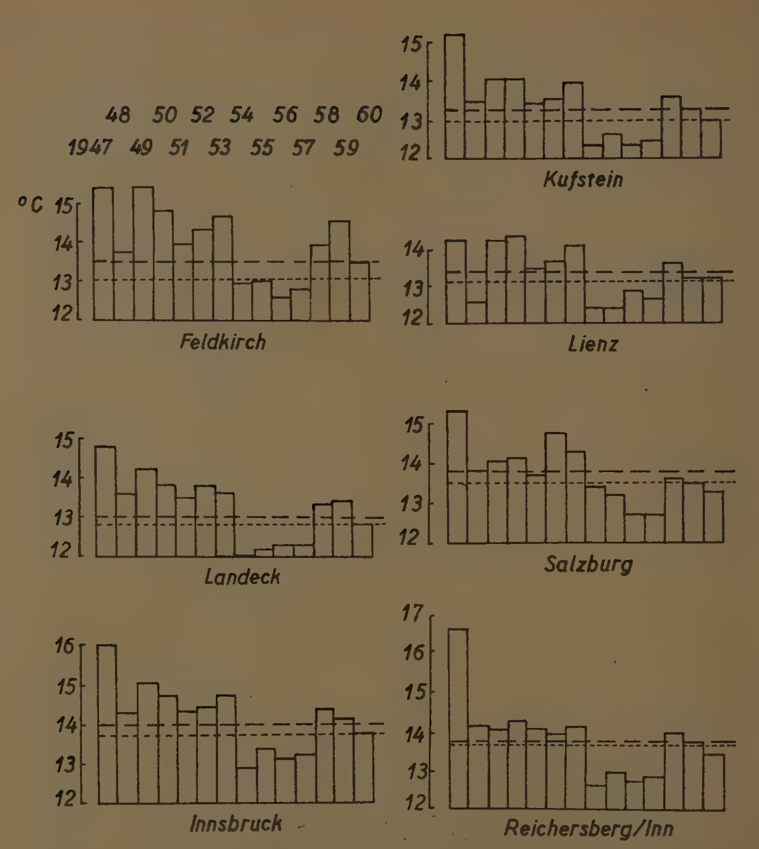
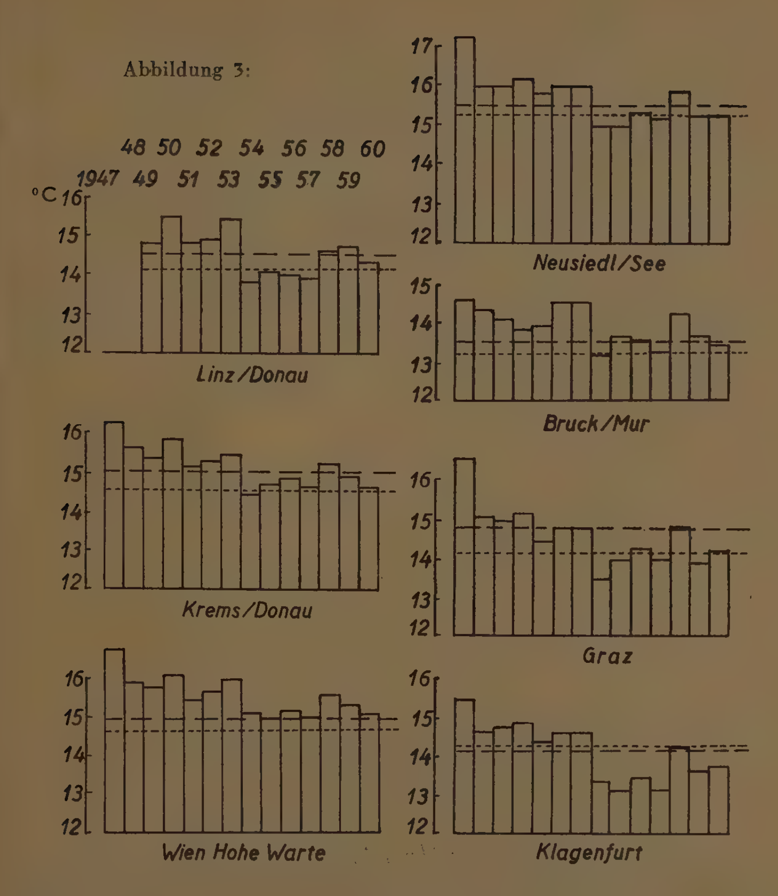


Abb. 2. u. 3: Saisonmitteltemperaturen (Durchschnitt der Monatsmittel von April-Oktober) der Jahre 1947 bis 1960 von einigen maikäferphänologisch wichtigen Orten Österreichs mit gleichzeitiger Angabe der fünfzigjährigen Saisonmittel von 1881 bis 1930 (- - - -) und von 1901 bis 1950 (— — — —) für die einzelnen Orte.

und überall, mit Ausnahme von Klagenfurt, wo jedoch die Differenz nur ein Zehntel Grad beträgt, ist der Durchschnittswert von 1881 bis 1930 niedriger als der von 1901 bis 1950. Eine Temperaturzunahme, die im fünfzigjährigen Saison-Monatsmittel mehrere Zehntel Grad beträgt, wirkt sich auch auf die Maikäferflugjahre aus. Tatsächlich ist bei den Ortschaften mit ursprünglich vierjährigem Zyklus, deren fünfzigjährige Saisonmittel über 13 Grad Celsius liegen, der Übergang zu dreijähriger Ent-



wicklung erfolgt (Innsbruck, Kufstein, Bruck an der Mur). Nur Lienz stellt hier eine Ausnahme dar, die nach der Höhe der langjährigen Saisonmittel allein nicht zu erklären ist.

Weiters zeigen Abb. 2 u. 3, daß die Sommer der Jahre 1947 bis 1953 alle überdurchschnittlich warm, die der Jahre 1954 bis 1957 zum Teil beträchtlich kühler als der Durchschnitt waren; die folgenden Jahre 1958 bis 1960 zeigen wieder Werte, die um den Normalwert oder etwas darüber liegen. Der Unterschied zwischen den Saisonmittelwerten der warmen Periode von 1947 bis 1953 und den der kühlen Periode von 1954 bis 1957 ist so groß, daß in diesem relativ kurzen Zeitraum zumindest teilweise Zyklus-

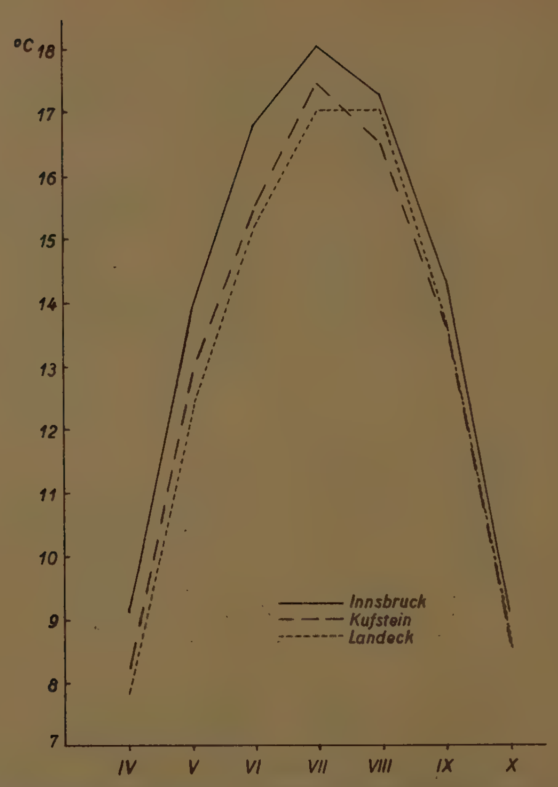


Abb. 4: Fünfzigjährige Monatsmitteltemperaturen (1901—1950) von April bis Oktober (IV—X) von Landeck, Innsbruck und Kufstein.

verschiebungen erfolgt sein müssen. Die derzeit gültigen, gegenüber der alten Maikäferkarte stark veränderten, Flugjahrsverhältnisse in den Gebieten mit vierjähriger Entwicklung lassen eine diesbezügliche Untersuchung als besonders aufschlußreich erhoffen, insbesondere im Inntal, weil von dort die meteorologischen Werte aus Landeck (vierjähriger Zyklus), Innsbruck (Grenze zwischen vier- und dreijährigem Zyklus) und Kufstein (dreijähriger Zuklus) vorliegen.

Zunächst erweisen sich in der warmen Periode von 1947 bis 1953 die Saisonmitteltemperaturen von Landeck und Kufstein als voneinander so wenig verschieden, daß die Temperatur allein nicht als Begründung für den vierjährigen Flug in Landeck und den dreijährigen in Kufstein aus-

reicht. Auch die langjährigen Monatsmittel während der Saison zeigen keinen charakteristischen Unterschied zwischen Landeck und Kufstein (Abbildung 4). In Kufstein liegt wohl die Temperatur von April bis Juli um etwa einen halben Grad höher, sinkt aber im August unter den Wert von Landeck und läuft dann mit diesem gleich. Vergleicht man aber die saisonale Verteilung der Niederschläge im fünfzigjährigen Mittel (Abbildung 5), fallen sofort die bedeutend höheren Niederschlagsmengen in Kufstein gegenüber dem niederschlagsarmen Landeck auf. Berücksichtigt man, daß sich der Engerling in Tirol vorwiegend auf Grünland entwickelt, so ist es klar, daß er bei gleichen Temperaturverhältnissen im niederschlagsreicheren Gebiet bessere Nahrungsverhältnisse und eine im Herbst längere Fraßperiode vorfindet und daher ein rascheres Wachstum aufweist. Die Niederschläge waren in Kufstein auch in der Zeit von 1947 bis 1960 unabhängig von den jährlichen Schwankungen immer bedeutend

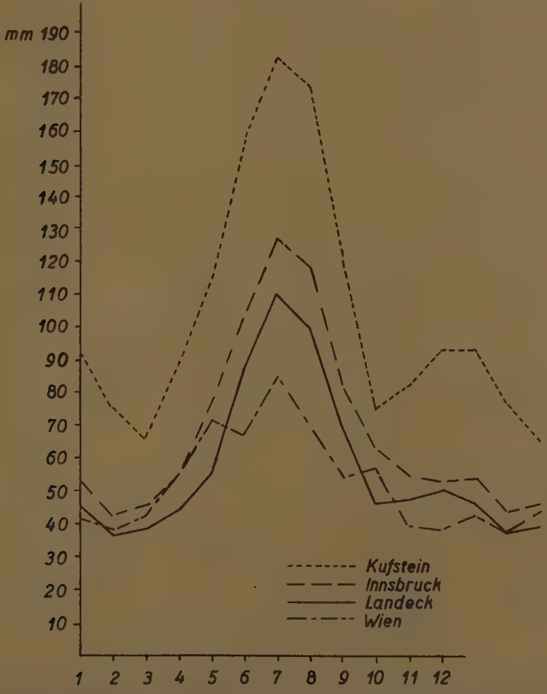


Abb. 5: Fünfzigjährige Monatsmittel (1901 bis 1950) der Niederschlagsmengen (Jänner bis Dezember) von Landeck, Innsbruck und Kufstein, sowie von Wien.

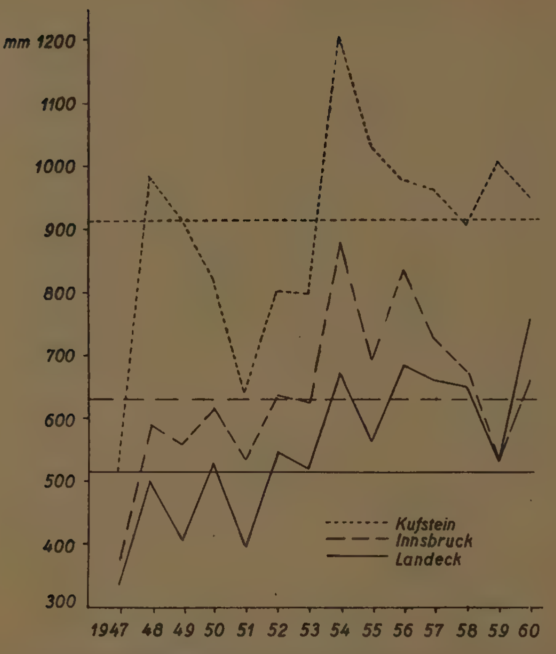


Abb. 6: Jahres-Niederschlagsmengen der Jahre 1947 bis 1960 von Landeck, Innsbruck und Kufstein.

höher als in Landeck (Abbildung 6). Innsbruck liegt bezüglich der Temperaturen (durch häufigen Föhneinfluß) am günstigsten, bezüglich der Niederschläge jedoch in der Mitte zwischen den beiden anderen Orten.

In Tälern, welche wie das Inntal in West-Ost-Richtung verlaufen, differieren die Bodentemperaturen der besonnten Nordseite und der schattigen Südseite beträchtlich. Es können daher, wie dies im Inntal zwischen Hall und Weer der Fall ist, die Nordseite dem dreijährigen, die Südseite dagegen dem vierjährigen Zyklus angehören. Von solchen Tälern müßten für genauere vergleichende Untersuchungen der Populationsbewegungen des Maikäfers unbedingt mehrjährige Messungen der Bodentemperaturen beider Talseiten vorliegen. Da solche Meßergebnisse nicht zur Verfügung stehen, soll hier versucht werden, für einige der Gebiete, in welchen seit 1928 Flugjahrsverschiebungen eingetreten sind, anhand der Jahresflugkarten „Flugdiagramme“ aufzustellen und diese mit den jährlichen Saisonmitteltemperaturen der meteorologischen Stationen (Abb. 2. u. 3) in Beziehung zu setzen. Wie erwähnt, wird dieser Versuch

gerade durch das Zusammentreffen der überdurchschnittlich warmen Periode von 1947 bis 1953 und der besonders kühlen Jahre 1954 bis 1957, wodurch wenigstens partielle Zyklusverschiebungen eingetreten sein müssen, interessant.

Bei genauerer Betrachtung der Jahresflugkarten ist zu erkennen, daß nicht nur die Hauptflugjahre durch Häufungen gleichartiger Meldungen von „starkem Flug“ oder „schwachem Flug“ hervorstechen, auch in den Zwischenjahren deuten Häufungen gleichartiger Meldungen „schwacher Flüge“ oder „vereinzelter Käfer“ auf die Existenz von Nebenflugjahren hin, die aber nicht ohne weiteres irgendeiner Flugjahrsfolge zugeordnet werden können. Faßt man diese gleichartigen Meldungen aus den betreffenden Gebieten zusammen und trägt sie für jedes Jahr mit der Marke des betreffenden Intensitätsgrades in ein Diagramm ein, so lassen sich diese Nebenflugjahre unter Berücksichtigung der Wärmeperiode von 1947 bis 1953 und der kühlen Jahre von 1954 bis 1957 zum Teil recht eindeutig als partielle Zyklusverschiebungen der Population der Hauptflugjahre erkennen, bzw. lassen sie sich als solche deuten (Abb. 7 bis 9). Die Hauptflugjahre sind in den Diagrammen durch ausgezogene Linien verbunden, während die Marken der Nebenflugjahre nach Maßgabe der Wahrscheinlichkeit der Herkunft dieser Teilpopulationen durch strichlierte Linien mit den Hauptflugjahren, bzw. miteinander verbunden sind. Beginn und Ende der entscheidenden kühlen Periode sind durch stark ausgezogene Linien gekennzeichnet.

In Vorarlberg brachte die Wärmeperiode 1947 bis 1953 kräftig überdurchschnittliche Werte, während die kühlen Jahre 1954 bis 1957 Saisonmitteltemperaturen unter 13 Grad aufweisen (Abb. 2, Feldkirch). Im Rheintal, Walgau, Montafon und Klostertal (III_1) fehlen deutliche Zwischenflugjahre bis 1957. Im Jahre 1958 tritt ein deutlicher Nachflug auf, der in das Diagramm als schwacher Flug eingetragen ist. Die Abstammung dieser Teilpopulation vom Hauptstamm wird fast eindeutig, wenn man berücksichtigt, daß dieser durch die Abspaltung geschwächt wurde und daß daher im Jahre 1960 überwiegend nur schwache Flüge gemeldet wurden. Die partielle Zyklusverschiebung fällt in die kühle Periode.

Nach den Untersuchungen von Thiem (1949) sind beim Maikäferengerling vor allem das erste und zweite Entwicklungsstadium in ihrer Entwicklungsgeschwindigkeit temperaturabhängig, während der Drittengerling durch eine obligate Diapause in seiner Gesamtentwicklungsdauer im Freiland auf mindestens zwölf Monate festgelegt ist. Vogel und Ilič (1953) konnten diesen Sachverhalt weitgehend bestätigen. Die Entscheidung, ob eine Generation drei oder vier Jahre für die Gesamtentwicklung benötigt, fällt daher schon in den beiden ersten Entwicklungsjahren. Sind diese sehr kühl, erreicht der Engerling das Drittstadium erst im dritten Jahr und die Entwicklung verlängert sich auf insgesamt vier
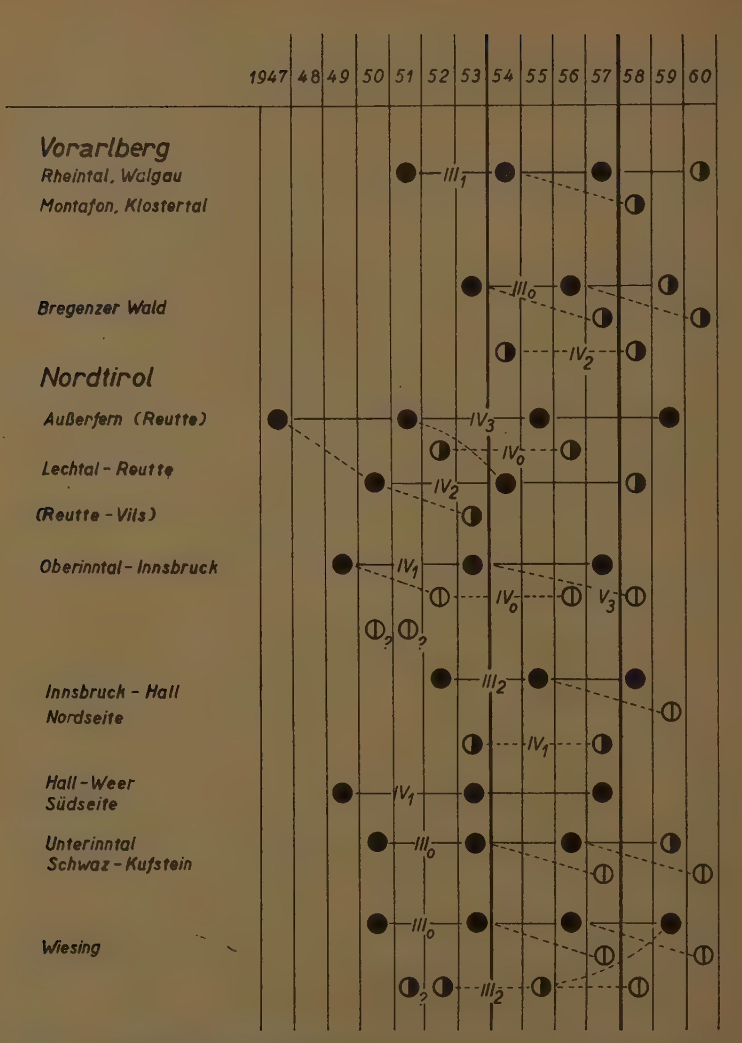


Abb. 7: Diagramm der Maikäferflüge in den Jahren 1950 bis 1960 aus einigen Gebieten Vorarlbergs und Nordtirols. Die vierjährige kühle Periode von 1954 bis 1957 ist durch zwei stark ausgezogene Linien begrenzt. ●: starker Flug, ◑: schwacher Flug, ⦶: vereinzelte Käfer. Ausgezogene Linien verbinden die Marken der Hauptflugjahre, gestrichelte Linien zeigen die wahrscheinliche Herkunft der Nebenflugjahre an.

Jahre, selbst wenn die beiden letzten Jahre wieder so günstig sind, daß eine dreijährige Entwicklung möglich sein müßte.

Bei den Flugjahrsverhältnissen im Bregenzer Wald (III_0) finden wir diese Zusammenhänge bestätigt. Sowohl die Generation nach dem Flugjahr 1953 als auch jene nach dem Flugjahr 1956 (die Entwicklung letzterer fällt nur mit den beiden ersten Jahren in die kühle Periode!) spalten Zweige mit vierjähriger Entwicklung ab, so daß der Hauptstamm im Jahre 1959 nur mit schwachem Flug erscheint. Daneben scheint in diesem Gebiet eine schwache Population der Folge IV_2 (Waldmaikäfer?) vorzukommen.

Für Nordtirol (Abb. 7) lassen sich eine Reihe interessanter Zusammenhänge aufzeigen. Im Außerfern (Bezirk Reutte) herrscht der Hauptflug IV_3. Daneben machte sich in den Jahren 1952 und 1956 die Folge IV_0 schwach bemerkbar, die aber 1960 nicht mehr auftrat und erloschen sein dürfte. In der Wärmeperiode bis 1953 haben sich in dem klimatisch milderen Gebiet Reutte-Vils möglicherweise von der Folge IV_3 kräftige Teilpopulationen mit verkürzter Entwicklung abgespalten und bilden heute die Folge IV_2. Es ist jedoch auch möglich, daß sich diese Folge in dem Gebiet schon früher aufgebaut hat. Von dieser Folge IV_2 spaltete sich nach dem Flugjahr 1950 wiederum eine dreijährige Teilpopulation ab. Während der kühlen Periode ab 1954 blieben die dreijährigen Teilgenerationen aus, die Folge IV_2 flog 1958 nur mehr schwach.

Im Oberinntal bis Innsbruck herrscht die Folge IV_1. In den warmen Jahren 1950, 1951 und 1952 wurden verbreitet „vereinzelte Käfer“ gemeldet. Der Flug von 1952 könnte auch als eine nach dem Flugjahr 1949 abgezweigte Teilpopulation mit dreijähriger Entwicklung aufgefaßt werden. Diese schwache Population erscheint nach Rückkehr zur vierjährigen Entwicklung als Folge IV_0 im Jahre 1956 wieder. Eine ebenfalls kleine Population mit dem Flugjahr 1958, deren Entwicklung zur Gänze in die im Oberinntal sehr kühle Periode von 1954 bis 1957 fiel (Abb. 2, Landeck), läßt sich nur als eine vom Hauptstamm im Jahre 1953 abgespaltene Teilpopulation deuten, der die Kennziffer V_3 zukäme.

Im Raum Innsbruck-Hall herrscht derzeit die Folge III_2 vor. Die Generation nach dem Flugjahr 1955 (kühle Periode) spaltete eine schwache vierjährige Teilpopulation ab (Flug 1959). Daneben besteht in diesem Gebiet auch die ehemals dominante Folge IV_1 noch schwach, die im Raum Hall-Weer auf der Südseite des Inntales weiterhin vorherrscht und dort keine Nebenflüge aufweist. Im unteren Inntal, Raum Schwaz bis Kufstein, besteht die Folge III_0. Diese spaltete unter dem Einfluß der kühlen Jahre im ganzen Tal schwache vierjährige Teilpopulationen ab, welche in den Jahren 1957 und 1960 in Erscheinung traten. Innerhalb dieses Gebietes, im Raum von Wiesing auf der nördlichen Talseite, besteht neben der Folge III_0 eine kräftige Population der Folge III_2, welche offenbar nach dem Flugjahr 1955 infolge der kühlen Jahre zum erheblichen Teil vierjährig wurde und sich im Flugjahr 1959 mit der

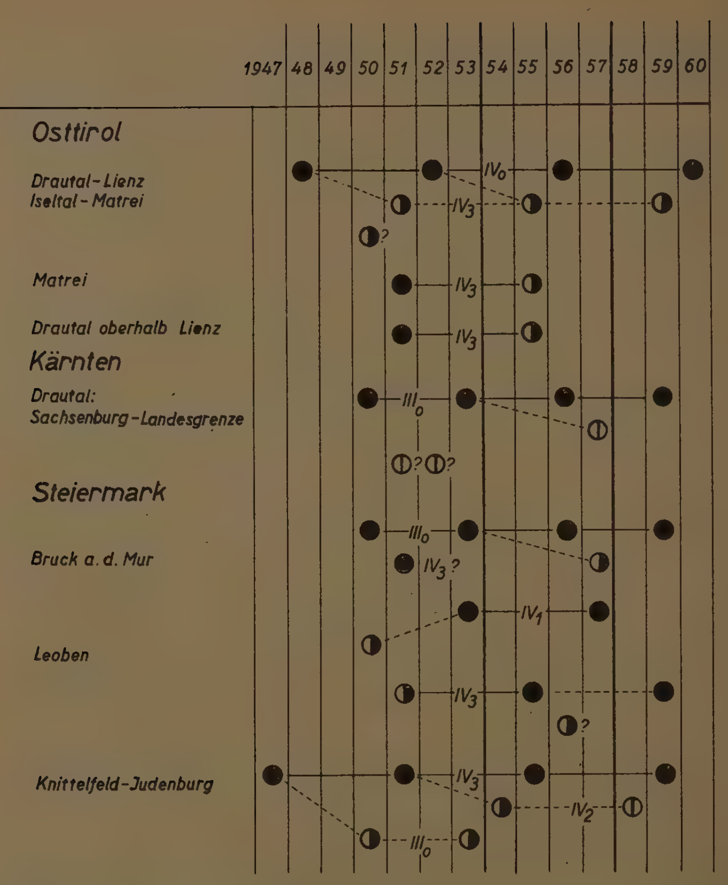


Abb. 8: Diagramm der Maikäferflüge in den Jahren 1950 bis 1960 aus einigen Gebieten von Osttirol, Kärnten und der Steiermark. Zeichenerklärung siehe Abb. 7.

Folge III_0 vereinte. Daher ist dieses Flugjahr in Wiesing erheblich stärker als im übrigen Gebiet der Folge III_0 bis Kufstein. Die durch die Abspaltung geschwächte Folge III_2 flog in Wiesing im Jahre 1958 nur sehr schwach.

In Osttirol (Abb. 8) dominiert im Drautal bis Lienz und weiter im Iseltal bis vor Matrei die Folge IV_0. Daneben gibt es einen deutlichen Flug der Folge IV_3, welche möglicherweise im Flugjahr 1955 Nachschub

durch eine vorübergehend dreijährige Teilpopulation der Folge IV_0 erhielt. In Matrei und im Drautal oberhalb Lienz bestand die Folge IV_3 im Jahre 1951 noch stark, 1955 nur mehr schwach und dürfte dann erloschen sein.

Im Anschluß an den osttirolischen Teil des Drautales fliegt in Kärnten (Abb. 8) von der Landesgrenze abwärts bis Sachsenburg heute die Folge III_0. In den Jahren 1951 und 1952 flogen zwei schwache Populationen, deren Herkunft mangels früherer Unterlagen nicht deutbar

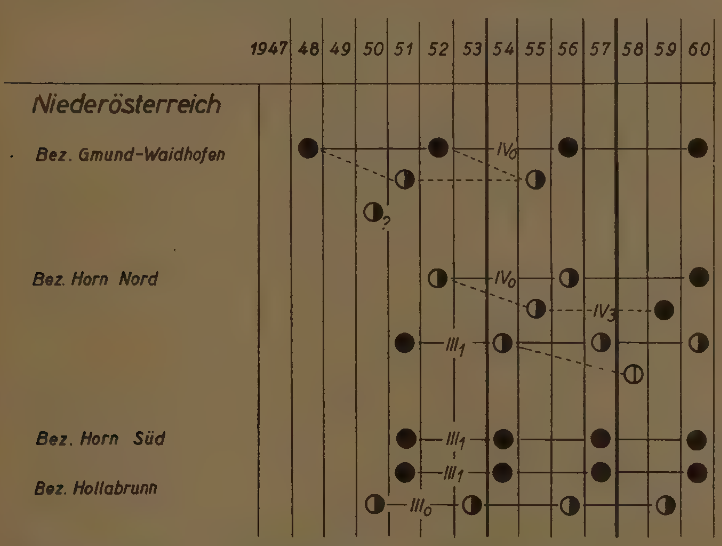


Abb. 9: Diagramm der Maikäferflüge in den Jahren 1950 bis 1960 aus einigen Gebieten Niederösterreichs. Zeichenerklärung siehe Abb. 7.

ist. Eine weitere kleine Population fliegt am Ende der kühlen Periode im Jahre 1957 und wird sich im Jahre 1953 von III_0 mit vierjähriger Entwicklung abgespalten haben.

In der Steiermark (Abb. 8) zeigt das obere Murtal eine etwas aufgesplitterte Situation. Talaufwärts bis Bruck fliegt die Folge III_0, bei Leoben die Folge IV_1 und im Raum Knittelfeld-Judenburg die Folge IV_3, welche bis 1928 noch im ganzen Gebiet allein vertreten war. Bei Bruck scheint diese Folge noch im Jahre 1951 mit starkem Flug auf, bleibt aber in den späteren Flugjahren auf die kleine Insel bei Einöd beschränkt und macht sich in Bruck nicht mehr bemerkbar. Ein schwacher Flug im Jahre 1957 könnte als vierjährige Teilpopulation der Folge III_0 aufgefaßt werden, doch ist zu beachten, daß die kühle Periode, in welche

die Entwicklung dieser Generation fällt, in Bruck nur schwach in Erscheinung getreten ist (Abb. 3, Bruck a. d. Mur). Im Raum von Leoben scheint ebenfalls neben der dort dominanten Folge IV$_1$ die Folge IV$_3$ zunächst schwach (1951), dann stark auf (1955, 1959). Ein schwacher Flug im Jahre 1956 dürfte gebietsmäßig zum Bereich der Folge III$_0$ in Bruck gehören. Im Raum Knittelfeld-Judenburg mit der Folge IV$_3$ fanden in der Wärmeperiode bis 1953 zweimal partielle Zyklusverschiebungen statt. Ein schwacher Flug im Jahre 1950 weist auf das Flugjahr des Hauptstammes im Jahre 1947 zurück. Diese Teilpopulation erzielt 1953 ein weiteres Flugjahr, scheint aber dann erloschen zu sein. Die zweite Abspaltung vom Hauptstamm erfolgte in der Generation nach dem Flugjahr 1951 mit dem Flug der nunmehr dreijährigen Teilpopulation im Jahre 1954. Die Generation nach diesem schwachem Flugjahr machte seine Entwicklung in der kühlen Periode durch und flog daher nach wieder vierjähriger Entwicklung im Jahre 1958.

In Niederösterreich (Abb. 9) liegen im Waldviertel komplizierte Verhältnisse vor. Die Bezirke Gmünd und Waidhofen gehören eindeutig der Folge IV$_0$ an. Während der Wärmeperiode bis 1953 erfolgt zweimal eine partielle Abspaltung mit dreijähriger Entwicklung und den schwachen Flugjahren 1951 und 1955. Im Bezirk Horn treffen im Norden die Folgen IV$_0$ und III$_1$, beide mit schwachem Flug, zusammen, das gemeinsame Flugjahr 1960 weist daher stärkeren Flug auf. Von der Folge IV$_0$ hat sich nach dem Flugjahr 1952 eine schwache dreijährige Population abgespaltet, welche in den kühlen Jahren ab 1954 wieder zu vierjähriger Entwicklung überging und im Jahre 1959 auf engem Gebiet sogar ziemlich starken Flug zeigte. Die Folge III$_1$ dürfte nach dem Flugjahr 1954 zu einem kleinen Teil auf vierjährige Entwicklung übergegangen sein, wie die deutliche Häufung der Meldungen von „schwachem Flug" und „vereinzelten Käfern" zeigt. Im Süden des Bezirkes Horn dominiert ausschließlich und ohne Zwischenflugjahre die Folge III$_1$. Schließlich zeigt sich im Norden des Bezirkes Hollabrunn neben der stark vorherrschenden Folge III$_1$ ein schwaches aber deutliches Auftreten der Folge III$_0$, welche auch im Osten von Niederösterreich stark im Vordringen ist.

Wenn auch die in den Diagrammen aufgezeigten Zusammenhänge von Hauptflugjahren und Nebenflügen nur zum Teil genügend sicher, im übrigen aber hypothetisch sind, und hier der Einfluß kurzfristiger Klimaschwankungen allenfalls etwas überschätzt sein mag, so ist doch damit ein Weg aufgezeigt, der zur Erklärung von Zyklusveränderungen insbesondere dann beschritten werden kann, wenn umfangreiches und langjähriges Beobachtungsmaterial über den Maikäferflug, sowie die erforderlichen Temperaturwerte für den gesamten Beobachtungszeitraum vorliegen. Es soll hier keineswegs übersehen werden, daß statistische Unterlagen nach der Art der Maikäferfragekarten immer mit einer gewissen Streuung behaftet sind und daß daher ihre Verläßlichkeit nicht zu hoch eingeschätzt werden darf. Wo aber dank eines relativ dichten Beobachter-



Abb. 10: Stand der Maikäfer-Flugjahrsverhältnisse in Österreich im Jahre 1928 (nach Zweigelt).

netzes gleichartige Meldungen in einem räumlich zusammenhängenden Gebiet gehäuft auftreten und sich die einzelnen Beobachter, ohne voneinander zu wissen, ihre Angaben gewissermaßen gegenseitig bestätigen, können auch bei der Auswertung nach der oben versuchten Art mit Recht Zusammenhänge aufgezeigt und als genügend gesichert angesehen werden.

Zusammenfassung

1. Im Rahmen zehnjähriger Erhebungen über den Maikäferflug wurden an fast 3.900 österreichische Volksschulen jährlich Fragekarten ausgesendet, von denen im Durchschnitt etwa 60% beantwortet wurden. Unter den gestellten Fragen erfuhr allein die Frage nach der Intensität des beobachteten Maikäferfluges eine allgemein sehr verläßliche und genaue Beantwortung. Außer den Ergebnissen der Volksschulbefragung standen auch die Meldungen der landwirtschaftlichen Berichterstatter und andere Unterlagen zur Verfügung.

2. Die Ergebnisse der jährlichen Aussendungen ermöglichten die Erstellung der Jahresflugkarten, aus deren Zusammenfassung die neue Karte der Maikäferflugjahre in Österreich entstanden ist. Auf den Jahresflugkarten sind alle Meldungen nach dem Intensitätsgrad des beobachteten Maikäferfluges mit einer Markierung von sinngemäß abgestufter Auffälligkeit eingetragen. Die neue Maikäferkarte zeigt in verschiedenfarbigem Überdruck die Gebiete, in denen in regelmäßigen Abständen starke Flugjahre, sogenannte Hauptflugjahre, zu verzeichnen sind. Alle drei möglichen Flugjahrsfolgen des dreijährigen und die vier des vierjährigen Zyklus sind derzeit in Österreich vertreten.

3. Die Benennung der verschiedenen Flugjahre auf der Karte und im Text erfolgt nach dem von Schneider-Orelli vorgeschlagenen Schema. Anstatt des Terminus „Stamm" für die Benennung einer bestimmten Flugjahrstype wird die in bezug auf genetische Zusammenhänge unverbindlichere Bezeichnung „Flugjahrsfolge" vorgezogen. Auf die Unterscheidung der Flugjahre von Feld- und Waldmaikäfer wurde verzichtet.

4. Bei der detaillierten Besprechung der einzelnen Jahresflugkarten werden die Maiwitterung und der Verlauf des Maikäferfluges bis zur Eiablage, sowie die ungefähre Begrenzung der Fluggebiete behandelt.

5. Die Beschreibung der Besonderheiten der neuen Maikäferkarte von Österreich erfolgt nach Bundesländern getrennt mit Angabe der genaueren Umgrenzung der Fluggebiete, sowie des Zyklus und der Flugjahrsfolge. Die derzeit undurchsichtigen Flugjahrsverhältnisse im nördlichen Salzburg und im Westen Oberösterreichs werden hervorgehoben.

6. Die seit 1928 eingetretenen Veränderungen der Flugjahrsverhältnisse werden getrennt nach Änderungen des Fluggebietes, des Zyklus und der Flugjahrsfolge erörtert. Die Ausdehnung des Gesamtgebietes mit Hauptflugjahren ist ungefähr gleich geblieben. Stark zurückgegangen ist nur das

Fluggebiet im Raum von Wels-Linz-Steyr-Amstetten (Folge III_2). Einige Fluggebiete haben sich neu aufgebaut (Salzkammergut III_0, Waldviertel IV_0 und einige andere Gebiete) andere haben etwas zugenommen und dringen heute tiefer in die Täler vor. Zyklusveränderungen von Dauer fanden nur vom dreijährigen zum vierjährigen Zyklus statt (z. B. Unterinntal, Tirol, von IV_1 zu III_0 und III_2, Kärnten, oberes Drautal von IV_0 zu III_0, Murtal bis Bruck von IV_3 zu III_0, Waldviertel von IV_0 zu III_1). Eine Reihe von Flugjahrsverschiebungen bei gleichbleibendem Zyklus wird angeführt. Allgemein ist die dreijährige Flugjahrsfolge III_0 stark in Zunahme begriffen, während die in Österreich gebietsmäßig größte und wichtigste Flugjahrsfolge III_1 — zum Teil verursacht durch mehrmalige sehr schlechte Maiwitterung in den Flugjahren seit 1951 — viel von ihrer früheren Bedeutung verlor.

7. Die Faktoren, welche Änderungen der Flugjahrsverhältnisse auslösen und beeinflussen, werden zunächst allgemein behandelt. Den stärksten Einfluß üben Klima- bzw. Witterungsfaktoren aus, insbesondere Temperatur und Niederschläge. Zyklusverschiebungen können daher am ehesten mit kurzfristigen Klimaschwankungen, wie sie in der Beobachtungsperiode von 1950 bis 1960 auftraten, in Beziehung gebracht werden. Eine Übersicht der Saisonmitteltemperaturen (Durchschnitt der Monatsmittel von April bis Oktober) einer Reihe von maikäferphänologisch charakteristischen Orten Österreichs für die Jahre 1947 bis 1960 zeigt zunächst eine fast allgemeine langfristige Erwärmung in den letzten Jahrzehnten, die sich in den um meist einige Zehntel Grad höheren fünfzigjährigen Saisonmittelwerten der Periode 1901 bis 1950 gegenüber jenen aus der Periode 1881 bis 1930 ausdrückt. Einige der eingetretenen Zyklusverschiebungen können damit erklärt werden (Unterinntal, Murtal). Die Saisonmitteltemperaturen der einzelnen Jahre zeigen bei allen Orten eine Wärmeperiode mit erheblich überdurchschnittlichen Werten in den Jahren 1947 bis 1953, darauf von 1954 bis 1957 eine vierjährige, besonders kühle Periode, die schließlich bis 1960 von Jahren gefolgt wird, deren Werte sich um den Normalwert bewegen. In der warmen Periode zeigen die Mittelwerte von Landeck und Kufstein in Tirol sehr geringe Differenzen. Zur Erklärung der Beibehaltung des vierjährigen Zyklus in Landeck während dieser Periode werden die Differenz der Niederschlagsmengen zwischen dem trockenen Landeck und dem niederschlagsreichen Kufstein herangezogen. An Hand von Diagrammen, welche die Situation auf den einzelnen Jahresflugkarten für einige typische Übergangsgebiete zwischen drei- und vierjährigem Zyklus in etwas schematisierter Form wiedergeben, werden in der Wärmeperiode 1947 (bzw. 1950) bis 1953 in den Gebieten mit früher ausschließlich vierjährigem Zyklus partielle Übergänge zu dreijähriger Entwicklung nachgewiesen, die in der darauffolgenden kühlen Periode bis 1957 zum Teil wieder rückläufig waren.

Summary

1. During the course of ten years questionnaires with regard to the flight of Melolontha had been sent each year to nearly 3.900 Austrian primary schools. These questionnaires were answered on the average of approx. 60%. In general especially replies to the question about the intensity of observed Melolontha flight were given rather reliably and exactly. Besides of the answers given by the primary schools informations of the agricultural reporters and other data were available.

2. By the results of the yearly questionnaires it was possible to prepare the yearly schemes of Melolontha flights which have been summarized to the new Austrian map about the Melolontha flight years. In the yearly schemes all informations are registered according to the degree of intensity of the flight observed, by marking with adequately shaded colouring. The new map of the Melolontha flights shows those areas in differently coloured over-printing where intensive flight years — so-called main flight years — occur in regular intervals. In the present all three possible sequences of flight years of the three years' cycle and the four of the four years' cycle can be observed in Austria.

3. The denomination of the various flight years in the map and in the text has been carried out according to the scheme proposed by Schneider-Orelli. Instead of the term „strain" for the denomination of a special type of flight years the notation „sequence of flight years" has been preferred because of genetic reasons. It has not been differentiated between the flight years of *Melolontha melolontha* L. and *Melolontha hippocastani* F.

4. In the detailed discussion of the yearly schemes of Melolontha flights the weather conditions during May, the course of the flight up to oviposition and the probable limitation of the flight areas are dealt with.

5. The description of the special points of the new map of Melolontha flights in Austria is done separately for all Federal Provinces by stating the exact limitation of flight areas and of the cycle and sequence of flight years. The flight conditions in the northern Salzburg and in the western Upper Austria which are obscure for the present are stressed.

6. The alterations of flight years' conditions since 1928 are discussed separately concerning alterations of the flight areas, of the cycle and of the sequences of flight years. The expanse of the whole area with main flight years has remained almost unchanged. Only the flight area of Wels-Linz-Steyr-Amstetten (sequence III_2) has remarkably diminished. Some flight areas have been built recently (Salzkammergut III_0, Waldviertel IV_0 and some other areas), other areas have increased somewhat and are reaching now deeper into the valleys. Alterations of cycle for long duration only occurred by changing from the three years' to the four years' cycle (e. g. lower Inn valley, Tyrol, from IV_1 to III_0 and III_2, Carinthia, upper Drau valley from IV_0 to III_0, Mur valley up to Bruck from IV_3 to III_0, Waldviertel from IV_0 to III_1). It is reported on some

changes of flight years at equally remaining cycle. Generally the three years' sequence of flight years III_0 is remarkably increasing; the sequence of flight years III_1, however, which is the greatest and most important one in some areas of Austria has lost very much of its former importance, partially because of repeatedly very bad weather during May of the flight years since 1951.

7. The factors which cause and influence alterations of flight years' situations are generally dealt with for the first. Factors of climate and weather, especially temperatures and rainfalls, have the most important influence. Therefore shifts of cycle can be related most easily to climatic fluctuations of a short duration, as they had occurred during the observation time of 1950—1960. A survey on the average temperatures of the seasons of 1947—1960 (average of the mean temperatures of April to October) of a number of places in Austria characteristic for Melolontha phaenology is showing first of all a nearly general warming lasting a long period during the last decades; this becomes evident by the seasons' average values of the period 1901—1950, which are mostly higher for some tenths compared with those of the period of 1881—1930. Some shifts of cycle can be explained by this fact (lower Inn valley, Mur valley). The average temperatures of seasons of the various years are showing in all places during 1947—1953 a period of warm temperatures with values remarkably higher than the average; during 1954—1957, however, an especially cool period of four years can be registered which is finally followed by years up to 1960 the values of which are rather normal. In the warm period the average values of Landeck and Kufstein in Tyrol are showing little differences. For explanation of the remaining four years' cycle in Landeck during this period, the difference of the amounts of rainfalls between the dry Landeck and Kufstein where numerous rainfalls occur is used. By diagrams which are showing in somewhat schematized manner the situations of the various schemes of flight years for some typical transition areas between three years' and four years' cycle, partially changes to three years' development are pointed out in areas with a former exclusively four years' cycle during the period 1947 (resp. 1950) to 1953. But this changes to a three years' cycle were again partially retrogressive in the following cool period up to 1957.

Literatur

Braun, W. (1949): Katasteraufnahmen im Kanton Zürich als wichtige Grundlage für die praktische Maikäferbekämpfung. „Stand der Maikäfer- und Engerlingsbekämpfung in der Schweiz." Abt. f. Landw. d. E. V. D., Sekt. Pflanzenbau, Bern, Seite 8—11.

Decoppet, M. (1920): Le Hanneton. Librairie Payot, Lausanne. 130 Seiten.

Faber, W. (1951): Die Maikäferflugjahre in Österreich. Pflanzenarzt 4, 2. Sondernummer, 1—2.

Heer, O. (1841): Über geographische Verbreitung und periodisches Auftreten der Maikäfer. Verh. allg. Schweiz. Ges. Naturw., 26. Versammlung, 123—153.

Janežić, F. (1952): Pojava gundelja u Sloveniji (Der Maikäfer in Slovenien). Zaštita bilja **10**, 40—41, Belgrad.

Kozikowski, A. (1938): Der Stand der Maikäferfrage in Polen. Verh. VII. Int. Kongr. Ent. Berlin, 2.206—2.215.

Regnier, R. (1950): Les recherches Françaises sur le Hanneton commun *Melolontha melolontha* L. Verh. VIII. Int. Kongr. Ent. Stockholm. 672—678.

Schmidt, M. (1926): Die Maikäfer in Deutschland. Arb. Biol. Reichsanst. **14**, 1—76.

Schneider-Orelli, O. (1949): Die Maikäferflugjahre in der Schweiz nach dem Stand der Untersuchungen von 1948. Zeitschr. f. Obst- und Weinbau, **58**, 105—109.

Szelényi, G. (1950): A cserebogár Magyarországon (Der Maikäfer in Ungarn). Növényvédelmi Kutató intézet évkönyve **5**, 63—69.

Thiem, H. (1949): Über Erfahrungen bei der Aufzucht von Engerlingen. Verh. Deutsch. Ges. angew. Ent., 11. Mitgliedervers. München, 77—95.

Vicini, L. (1952): I „regimi" del maggiolino (Die Flugjahrsfolgen des Maikäfers). Inf. Fitopatol. **2**, 159—160.

Vogel, W. und Ilić, B. (1953): Der Einfluß der Temperatur bei der Verpuppung der Engerlinge von *Melolontha vulgaris* F. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. **26**, 265—276.

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik Wien (1947—1960): Monats- und Jahresübersichten der Witterung in Österreich 1947—1960, Wien.

Zweigelt, F. (1928): Der Maikäfer. Monogr. angew. Ent., Beihefte z. Zeitschr. f. angew. Ent. Nr. 9, 453 S.

Franz Petrak zum 75. Geburtstag

Am 9. Oktober 1961 feierte in voller Rüstigkeit und ungebrochener Schaffenskraft der bekannte, österreichische Mykologe, Prof. Dr. Franz Petrak seinen 75. Geburtstag. Seine Freunde und Fachkollegen benützen diesen Anlaß, um dem verehrten Jubilar die allerherzlichsten Glückwünsche zu überbringen.



Prof. Dr. Franz Petrak, photographiert am Tage seines 75. Geburtstages an seinem Arbeitstisch in der Bot. Abt. des Nat. Hist. Museums in Wien

(phot. K. Lohwag)

F. Petrak wurde in Mährisch-Weißkirchen geboren und besuchte auch dort das deutsche Gymnasium, anschließend studierte er an der Wiener Universität Botanik und Chemie. Sein Rigorosum legte er bei den Professoren R. von Wettstein und R. Wegscheider ab.

Während des ersten Weltkrieges war er zuerst als Mittelschulprofessor tätig. Im September 1916 rückte er zur österreichischen Armee ein und versah seinen Dienst bis zum Kriegsende zuerst in Galizien, später in Albanien und zuletzt in Bosnien.

Als nach dem Zusammenbruch der Monarchie Dr. Petrak in Österreich keine Anstellung erhalten konnte, kehrte er mit seiner Frau in seine Heimatstadt Mährisch-Weißkirchen zurück und gründete sich dort eine Existenz als Privatgelehrter. Da er und seine Frau schon immer gewohnt waren, äußerst bescheiden zu leben, konnte er seinen Lebensunterhalt durch den Verkauf seiner Exsikkatenwerke und durch die Honorare, die er als Referent in „Just's Botanischem Jahresbericht" erhielt, bestreiten.

Anfänglich interessierte sich Dr. Petrak nur für Phanerogamen und studierte besonders die Gattung Cirsium. Als er im Jahre 1910 von der Witwe des Arztes und Botanikers Dr. G. A. Eichler ein kleines Pilzherbar und die ersten vier Bände von Rabenhorst's Kryptogamenkunde als Geschenk erhielt, wurde sein Interesse für die Pilze geweckt und er begann sich von Jahr zu Jahr mehr für die Mykologie zu interessieren. Bei seinen Anfangsstudien haben ihn vor allem H. Sydow, H. Rehm und P. A. Saccardo unterstützt. Sein besonderes Interesse galt den Ascomyceten und Fungi imperfecti, über welche er zahlreiche, kritische Revisionsarbeiten veröffentlichte. Bald war er als internationale Größe anerkannt und er erhielt in der Folgezeit aus verschiedenen Teilen der Welt zahlreiche, kleinere und größere Pilzkollektionen, deren Bearbeitung den Stoff für zahlreiche Artikel lieferten.

Im Jahre 1922 wurde dem Jubilar von Prof. E. D. Merrill, Bureau of Science in Manila (Philippinen) eine Stelle als Mykologe angeboten. Noch an den Folgen einer Malaria leidend, die sich Dr. Petrak in Albanien zugezogen hatte, konnte er zu seinem Leidwesen diese Stelle nicht annehmen. Ein ähnlicher Antrag vom Institut Miguel Lillo der Universität Tucuman vom Jahre 1947 mußte ebenso wie eine im Jahre 1953 angetragene Gastprofessur in Ankara aus Gesundheitsrücksichten abgelehnt werden.

Im Jahre 1938 übersiedelte Dr. Petrak von Mährisch-Weißkirchen nach Wien, wo er im folgenden Jahre in der Botanischen Abteilung des Naturhistorischen Museums eine Anstellung erhielt.

Die „Annales Mycologici", in denen der Jubilar drei Jahrzehnte lang den größten Teil seiner mykologischen Arbeiten veröffentlicht hatte, waren den Kriegsereignissen zum Opfer gefallen; deren Begründer und Herausgeber H. Sydow starb bald nachher im Jahre 1946. Mehrfachen Aufforderungen Folge leistend, brachte Dr. Petrak schon im Jahre 1947 den ersten Jahrgang der Zeitschrift „Sydowia" heraus, die seither als II. Serie der „Annales Mycologici" erscheint.

Im Jahre 1949 wurde dem Jubilar zur Förderung seiner Arbeiten durch Vermittlung seines langjährigen Freundes Dr. C. L. Shear von der American Philosophical Society in Philadelphia ein Studienstipendium verliehen. In der Zeit vom 1. April 1950 bis zum 2. Februar 1951 beschäftigte er sich in der Division of Mycology and Disease Survey bei der Plant Industry Station des U. S. Department of Agriculture in Beltsville, Maryland, mit intensiven mykologischen Studien, in deren Verlauf

er mehr als hundert in amerikanischen Herbarien aufbewahrte Gattungstypen revidiert und die überaus umfangreichen, zirka 6.000 Exemplare umfassenden Pilzkollektionen durchgearbeitet und zum größten Teil auch bestimmt hat.

In seinen wissenschaftlichen Arbeiten, deren Zahl bei 500 liegt, hat unser Jubilar die systematische Stellung zahlreicher Pilzgattungen geklärt, verschiedene Grundprobleme der mykologischen Systematik kritisch erörtert, viele neue Gattungen und Arten ausführlich beschrieben, zahlreichen, falsch charakterisierten oder unrichtig eingereihten Arten den richtigen Platz angewiesen. Durch seine Arbeiten hat er nicht nur dem Fortschritt der mykologischen Wissenschaft gedient, sondern auch zahlreiche Anregungen der land- und forstwirtschaftlichen Phytopathologie sowie dem praktischen Pflanzenschutz gegeben.

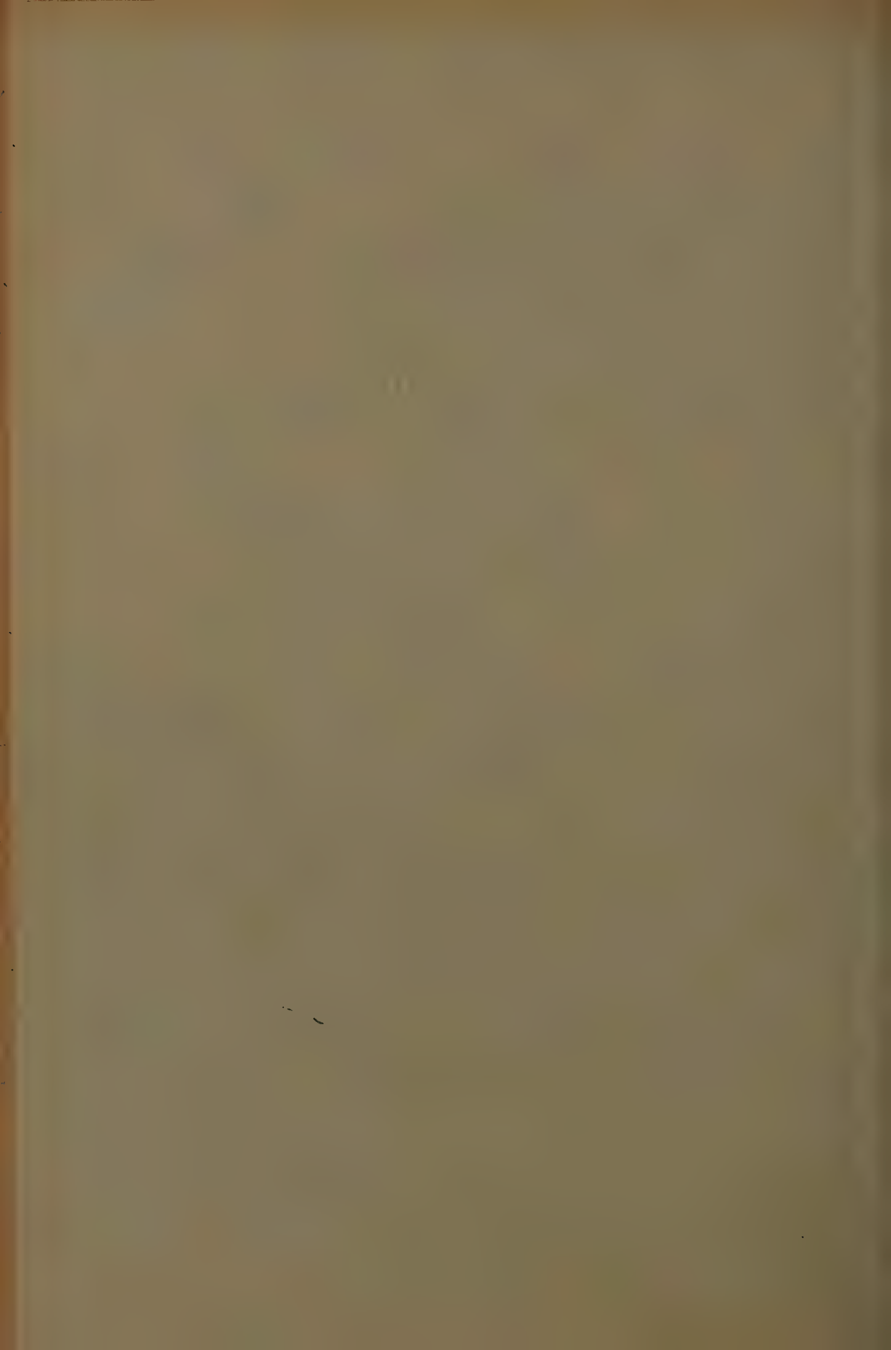
Zum Schluß sei mir gestattet, unserem verehrten Jubilar im eigenen sowie im Namen aller seiner Freunde für die kommenden Jahre die herzlichsten Wünsche für weitere, erfolgreiche Forscherarbeit und für sein persönliches Wohlergehen zu übermitteln.

K. Lohwag



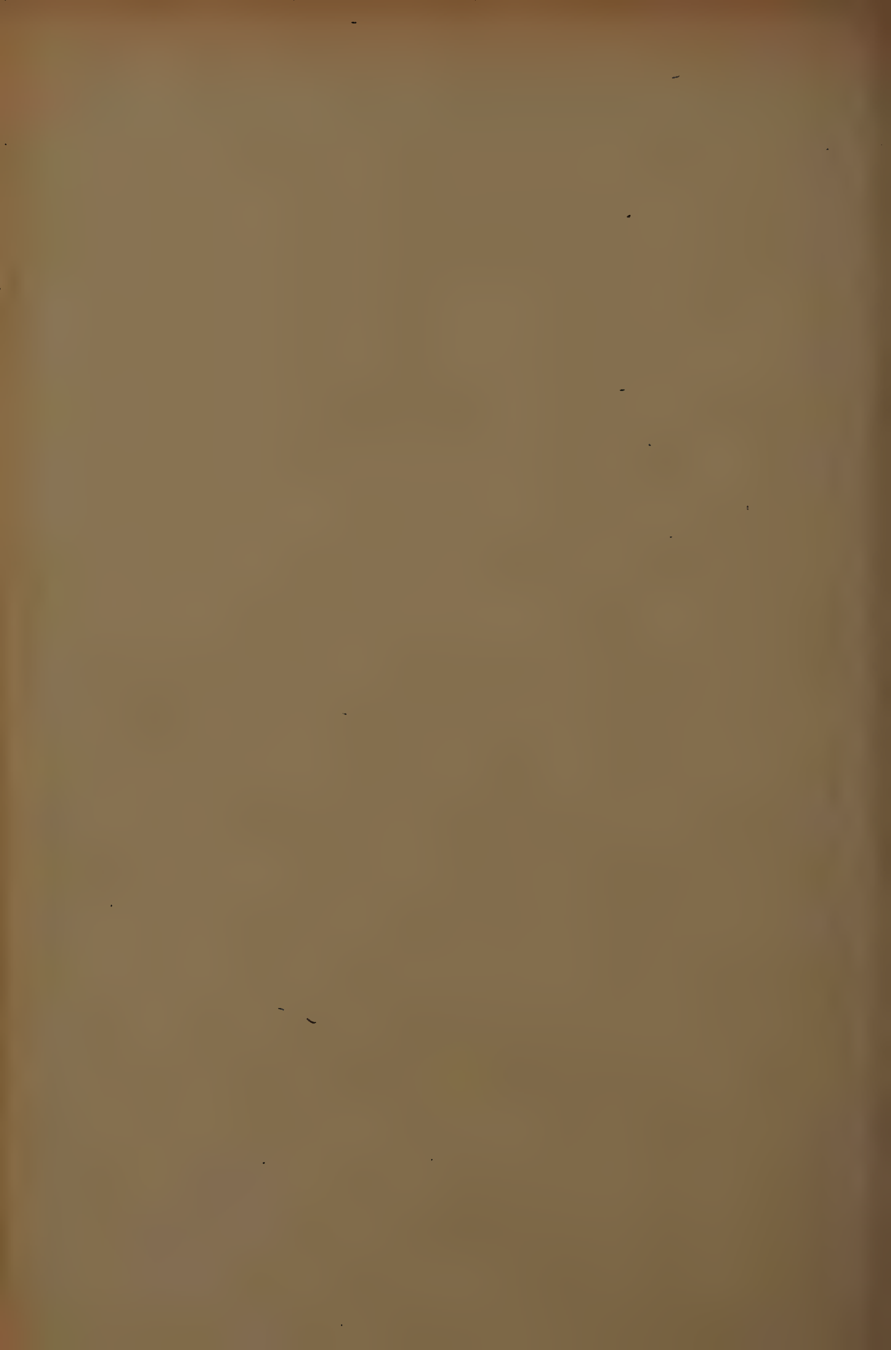


III 0
III 1
III 2
IV 0
IV 1
IV 2
IV 3
Litschau
Dobersberg
Drosendorf
Heidenreichstein
Waidhofen a/d Th.
Schrems
Raabs
Langau
Hardegg
Geras
Gr. Siegharts
Retz
Gmünd
Schwarzenau
Sigmundsherberg
Zellerndorf
Haugsdf.
Mailberg
Laa a/d. Th.
Poysdorf
Hohenau
Weitra
Allentsteig
Horn
Eggenburg
Rosenburg
Manharts Bg.
Zwettl
Kamp
Hollabrunn
Mistelbach
Ernstbrunn
Zistersdorf
Leiser Berge
Gerings
Gföhl
Langenlois
N I E D E R
Kirchberg
Dürnkrut
Pirawarth
Ottenschlag
Dürnstein
Krems
Absdorf
Stockerau
Wolkersdorf
Angern
Martinsberg
Spitz
Korneuburg
Gänserndorf
Jauerling
Pöggstall
Traismauer
Tulln
Tullner Feld
Klosterneuburg
Marchegg
Wachau
Göttweig
Dunkelsteiner Wald
D. Wagram
Floridsdf.
Marchfeld
Grein
Herzogenburg
Neulengbach
WIEN
Gr. Enzersdorf
Hainburg
Amstetten
Ybbs
Melk
St. Pölten
Wienerwald
Pöchlarn
Wieselburg
Mank
Schwechat
Fischamend
Petronell
Donau
Mödling
Baden
Laxenburg
Bruck
Kittsee
Kirchberg
Hainfeld
Altenmarkt
Gramatneusiedl
Parndorf
Lilienfeld
Bad Vöslau
Mannersdorf
Scheibbs
Ybbsitz
Kienberg
Pottenstein
Berndf
Leobersdorf
Pottendorf
Neusiedl
Waidhofen a/d.Y.
Gaming
Türnitz
Gutenstein
Ebenfurth
Eisenstadt
Halbturn
Lunz
Ötscher
St. Ägyd
Kalkalpen
Opponitz
Dürrenstein
Schwarzau
Wr. Neustadt
Neusiedler See
Frauenkirchen
Grünbach
Rust
Mariazell
Schneeberg
Sauerbr.
Mattersburg
Pamhagen
Voralpe
Neunkirchen
Steinfeld
Hochkar
Gußwerk
Schnee A.
Payerbach
Ternitz
Pitten
Salza
Rax A.
Gloggnitz
Wildalpen
Neuberg
Semmering
Schottwien
Ödenburger Geb.
Hochschwab
Veitsch A.
Deutschkreutz
Hieflau
Seewiesen
Spital
Kobersdorf
Eisenerz
Steirisch niederösterr.
Mürzzuschlag
Aspang
Oberpullendf.
Aflenz
Au
Wechsel
Bucklige Welt
Präbichl
Krieglach
Vordernberg
Kindberg
Ratten
Lutzmannsburg
Trofaiach
Fischbacher A.
Friedberg
Lockenhaus
Bruck
Kapfenberg
Vorau
Günser Geb.
Mautern
Donawitz
Leoben
Birkfeld
Pinkafeld
Bad Tatzmannsdorf
St. Michael
Gleinalpe
Hochlantsch
Rechnitz
Pöllau
Hartberg
Oberwart
Frohnleiten
Übelbach
Gr. Petersdorf
Knittelfeld
Schöckel
Weiz
Neudau
Deutsch Schützen
Zeltweg
Stegersbach
Stub A.
GRAZ
Gleisdorf
Fürstenfeld
Obdach
Köflach
Voitsberg
Güssing
Obdacher Sattel
Riegersburg
Tobelbad
Raab
Jennersdorf
Bad St. Leonhard
Lieboch
Feldbach
Fehring
Wolfsberg
Kainach
Wildon
Bad Gleichenberg
Stainz
Koralpe
Deutschlandsberg
Stradner Kg.
St. Andrä
Sausal
Leibnitz
Leibnitzer Feld
Siebing
Wies
Mureck
Radkersburg
Spielfeld
St. Paul
Radlbg.
Eibiswald
Lavamünd
Varaždin



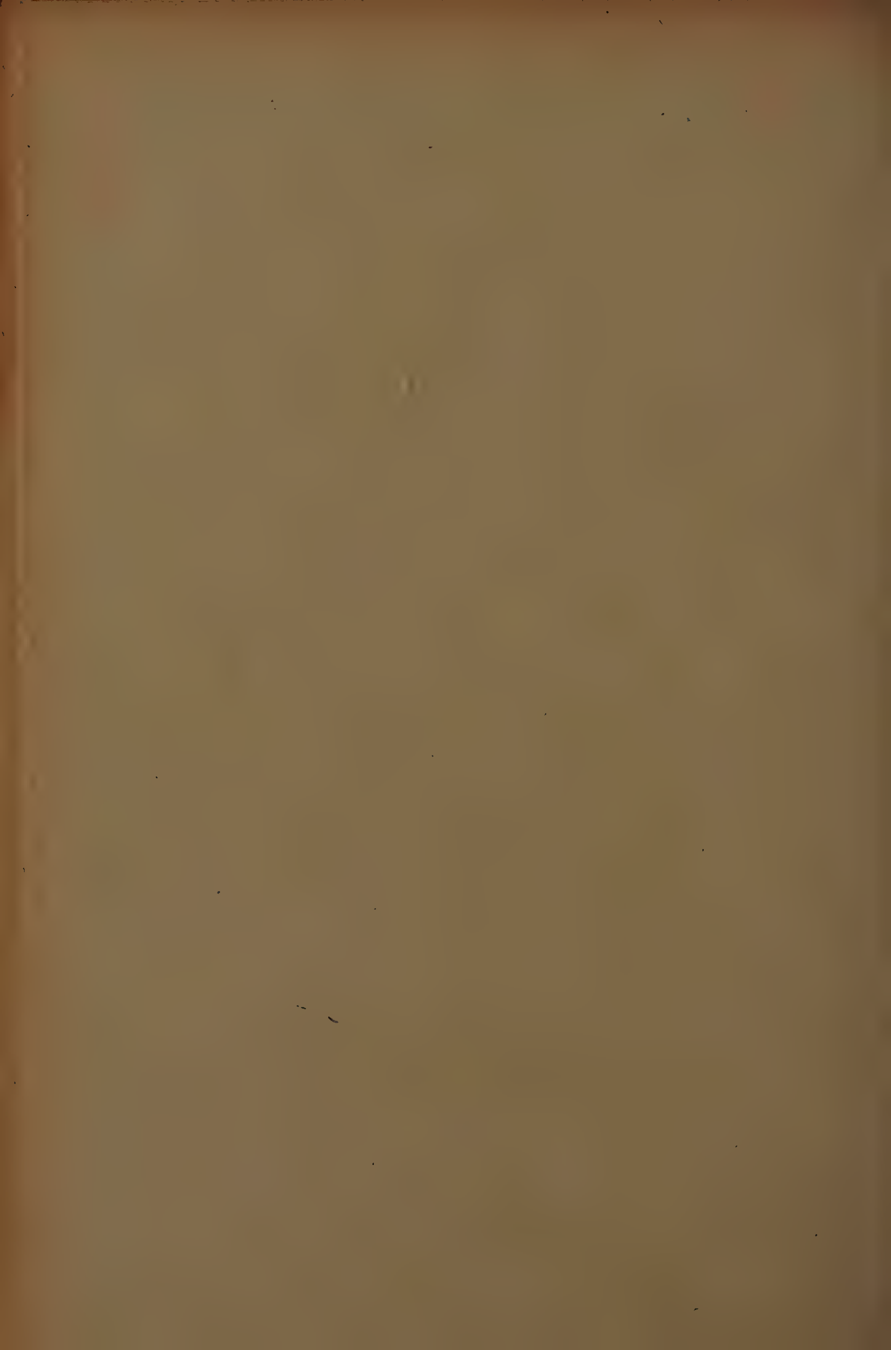

Waid-
hofen
Gmünd
Zwettl
Horn
Mistelbach
Hollabrunn
Krems
Korneuburg
Tulln
XXI
Gänserndorf
XXVI
XXII
Wien
St Pölten
Melk
XXV
XXIII
XXIV
Bruck
Baden
Neusiedl
Lilienfeld
Eisenstadt
Wr Neustadt
Neusiedler - See
Neunkirchen
Mattersburg
Mürzzuschlag
Ober-
pullen-
dorf
Bruck
Leoben
Hartberg
Oberwart
Weiz
Knittelfeld
Fürstenfeld
Güssing
Graz
Voitsberg
Feldbach
Jennersdorf
Wolfsberg
Deutschlandsberg
Radkersburg
Leibnitz
Völkermarkt

Karte 1



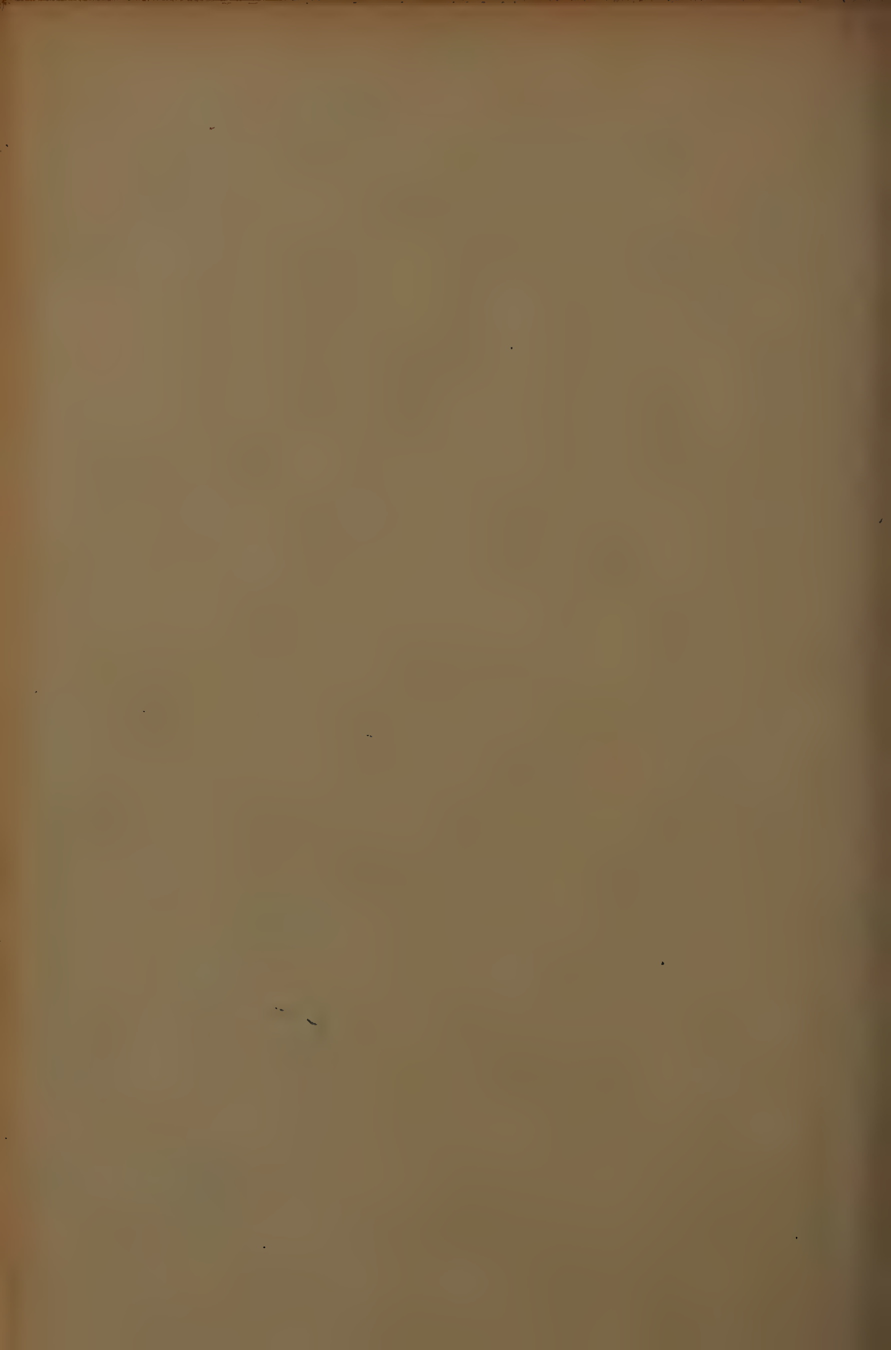

Gmünd
Zwettl
Horn
Hollabrunn
Mistelbach
Krems
Korneuburg
Tulln
Gänserndorf
Wien
Melk
St. Pölten
Scheibbs
Lilienfeld
Baden
Bruck
Neusiedl
Eisenstadt
Neusiedler - See
Neustadt
Mattersburg
Neunkirchen
Oberpullendorf
Mürzzuschlag
Bruck
Leoben
Hartberg
Oberwart
Knittelfeld
Weiz
Fürstenfeld
Güssing
Graz
Voitsberg
Feldbach
Wolfsberg
Deutschlandsbg
Leibnitz
Radkersburg
Völkermarkt

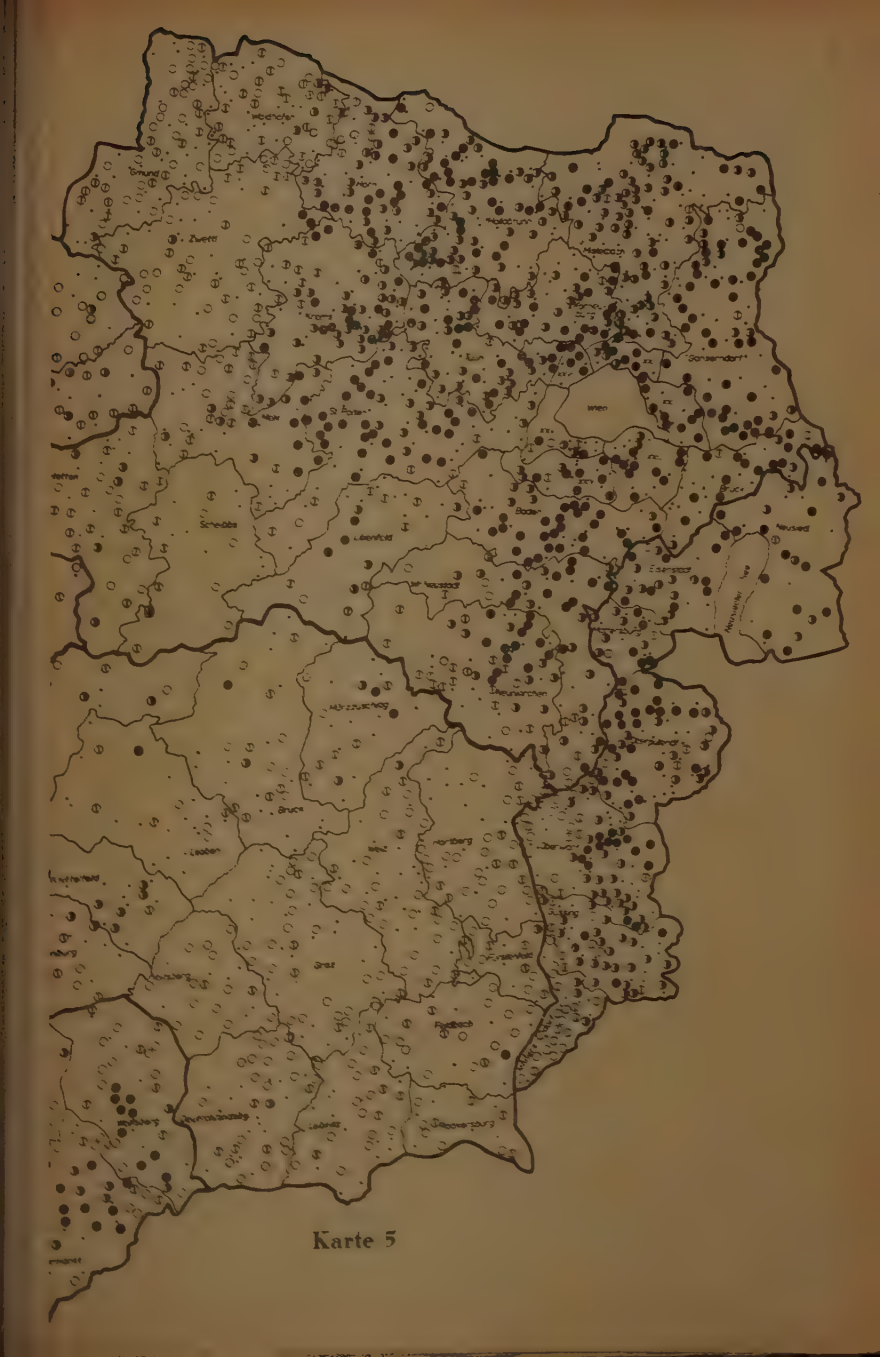
Karte 2



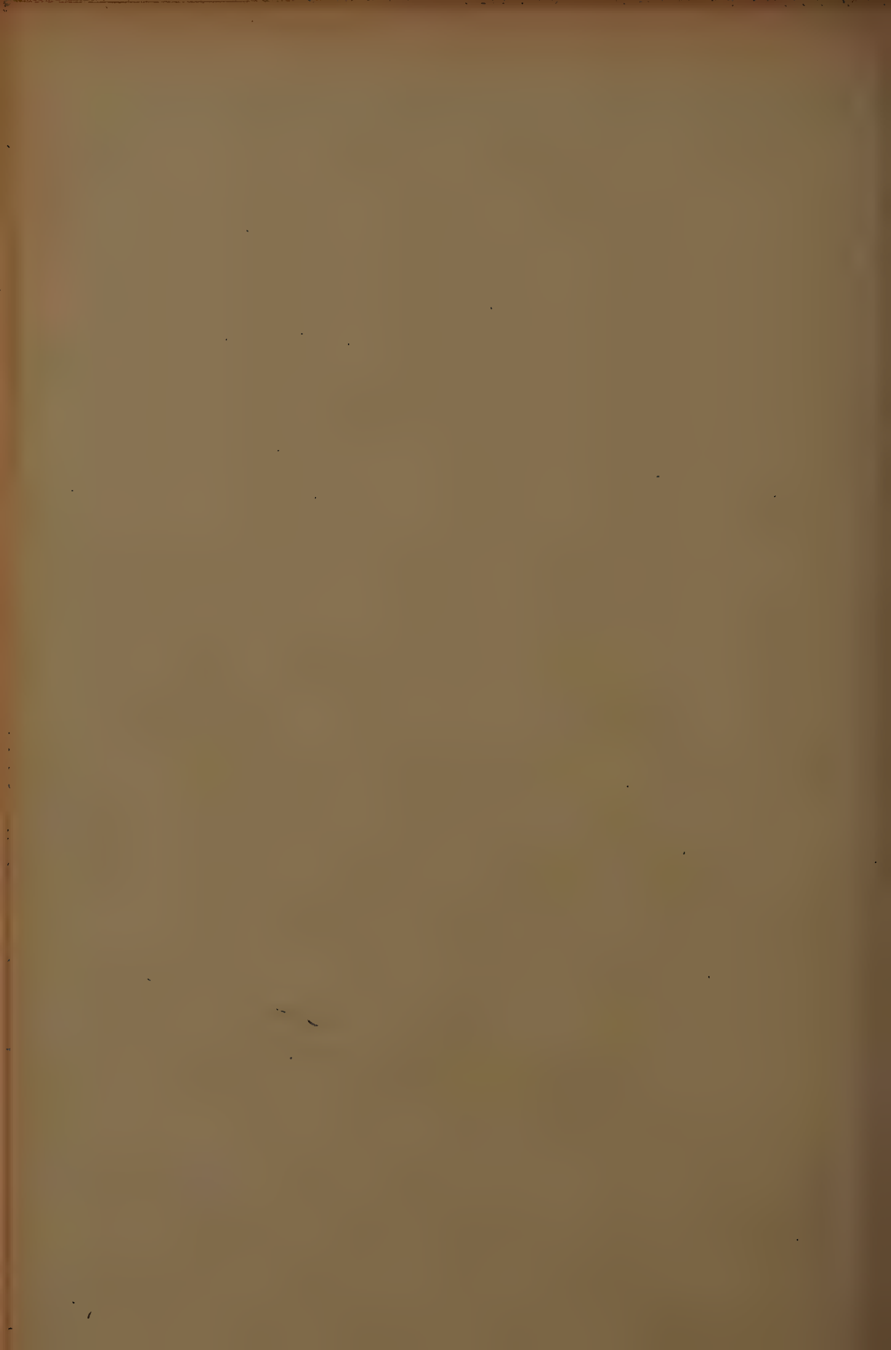

Waidhofen
Gmünd
Zwettl
Horn
Hollabrunn
Mistelbach
Krems
Klosterneubg
Tulln
Gänserndorf
XXI.
XXVI.
Wien
XXII.
XXV.
XXIV
XXIII.
Melk
St. Pölten
Scheibbs
Lilienfeld
Baden
Bruck
Neusiedl
Eisenstadt
Wr. Neustadt
Neusiedler - See
Neunkirchen
Mattersburg
Mürzzuschlag
Oberpullendorf
Bruck
Leoben
Hartberg
Oberwart
Weiz
Knittelfeld
Graz
Fürstenfeld
Güssing
Voitsberg
Feldbach
Wolfsberg
Radkersburg
Deutschlandsbg.
Leibnitz

Karte 4



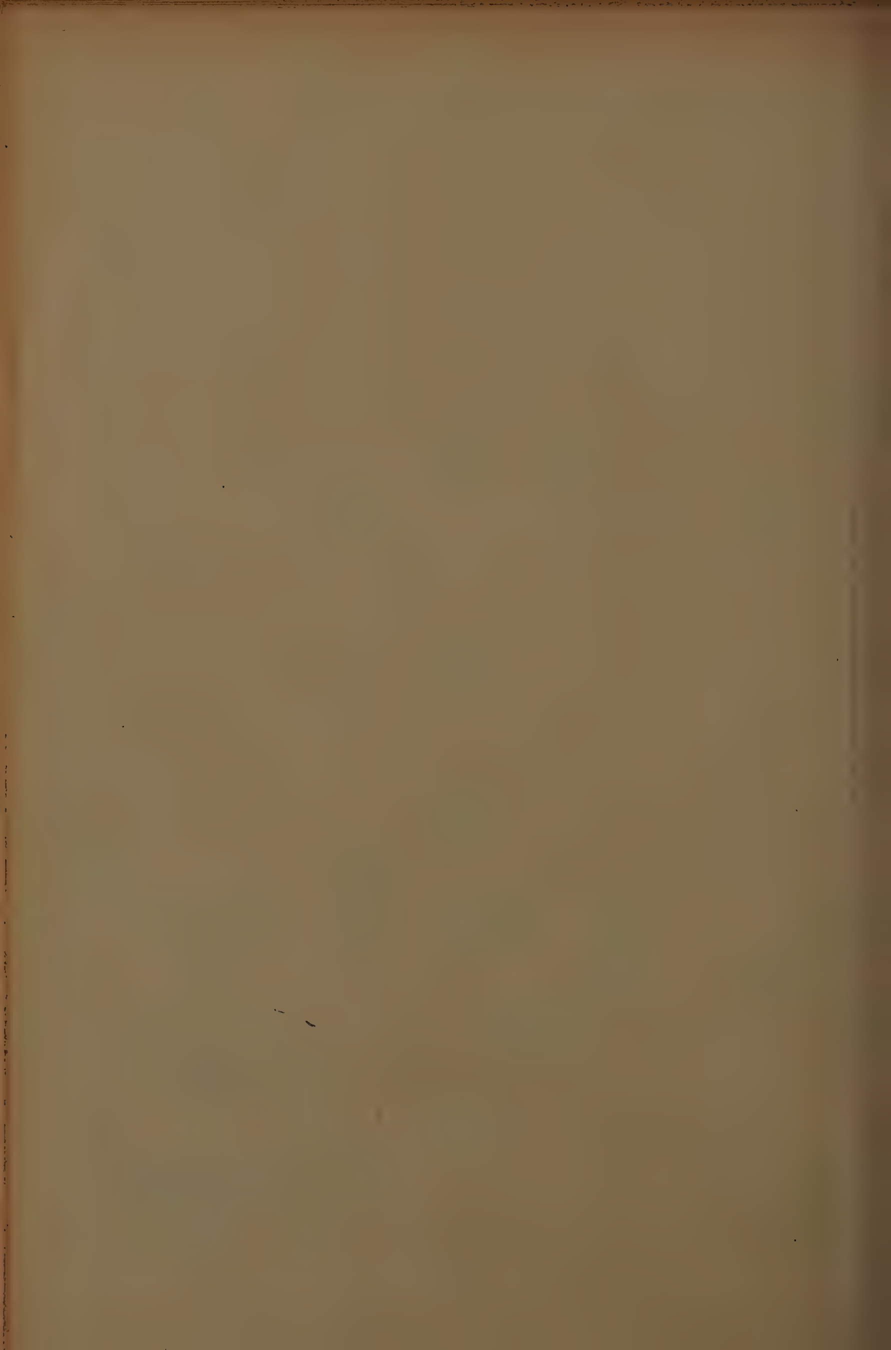


Karte 5




Gmünd
Zwettl
Horn
Hollabrunn
Mistelbach
Krems
Tulln
Korneuburg
Gänserndorf
Wien
Melk
St. Pölten
Scheibbs
Lilienfeld
Baden
Bruck
Neusiedl
Eisenstadt
Wr. Neustadt
Mattersburg
Neunkirchen
Mürzzuschlag
Bruck
Leoben
Hartberg
Oberwart
Weiz
Fürstenfeld
Güssing
Graz
Voitsberg
Feldbach
Wolfsberg
Deutschlandsberg
Leibnitz
Radkersburg

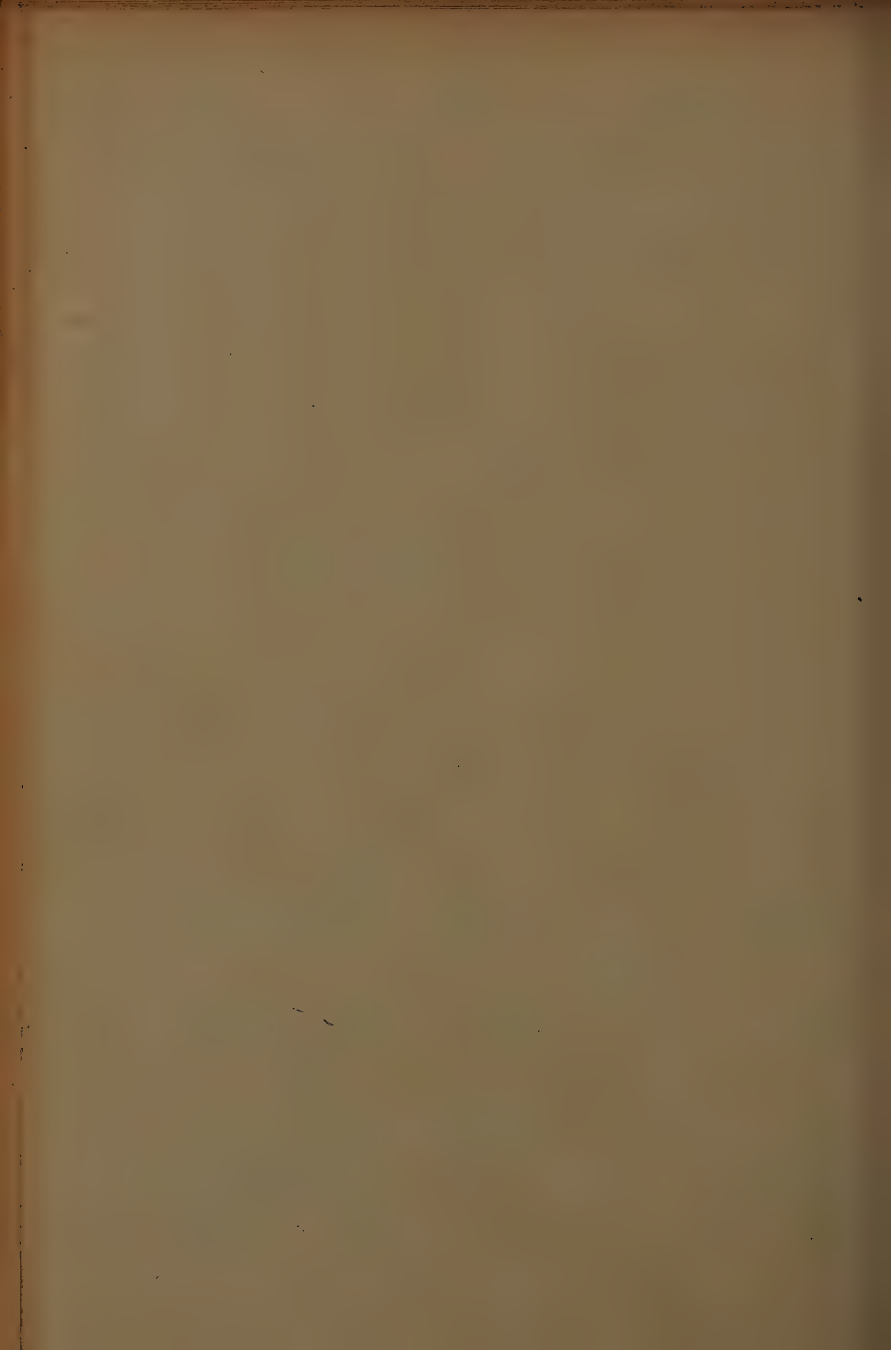
Karte 6

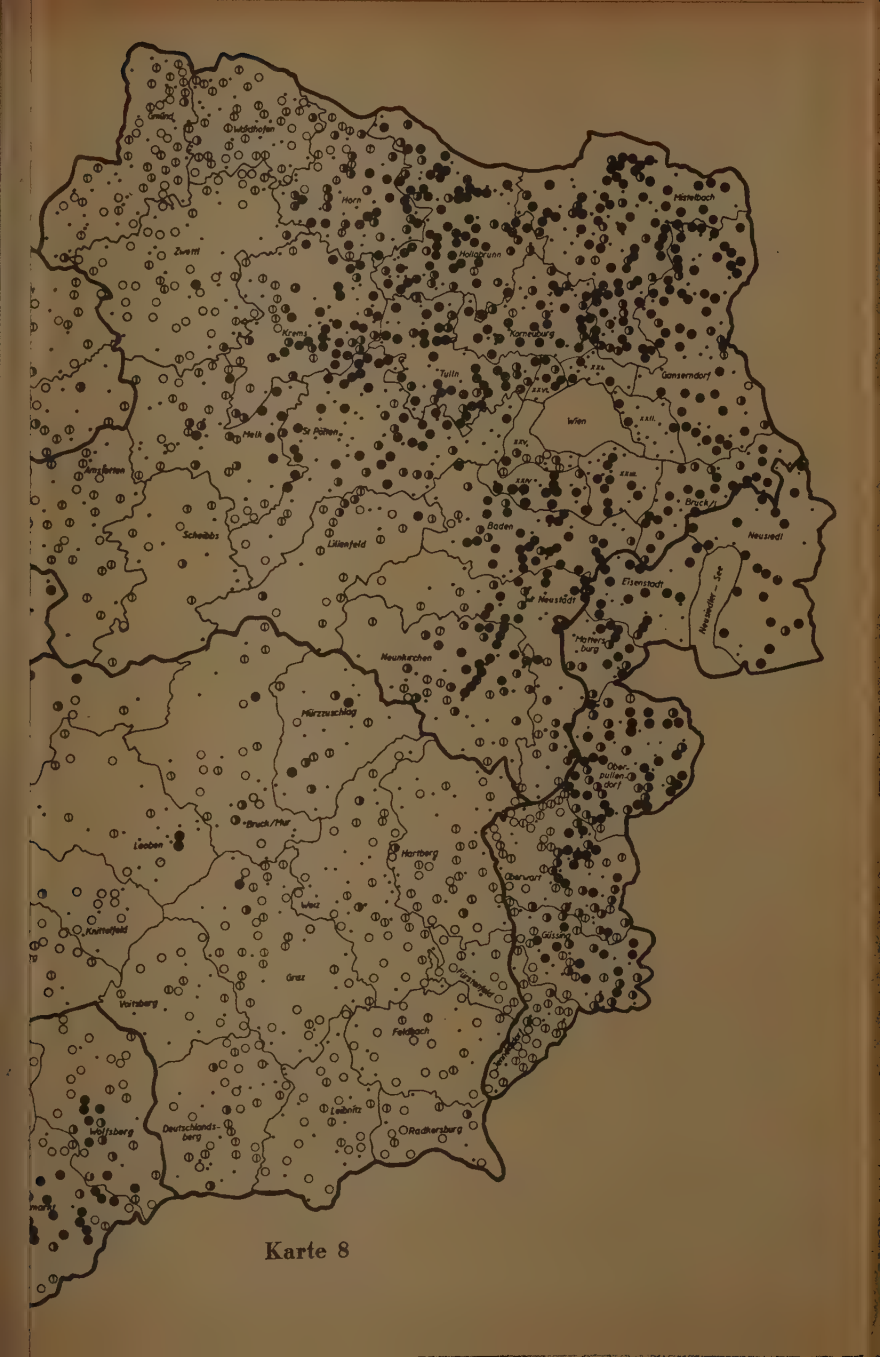




Waidhofen
Gmünd
Zwettl
Horn
Hollabrunn
Mistelbach
Krems
Korneuburg
Tulln
Gänserndorf
Wien
Melk
St Pölten
Scheibbs
Lilienfeld
Baden
Bruck
Neusiedl
Eisenstadt
Wr. Neustadt
Mattersburg
Neusiedler - See
Neunkirchen
Mürzzuschlag
Oberpullendorf
Bruck
Leoben
Hartberg
Oberwart
Weiz
Knittelfeld
Güssing
Graz
Fürstenfeld
Voitsberg
Feldbach
Jennersdorf
Wolfsberg
Deutschlandsberg
Radkersburg
Leibnitz

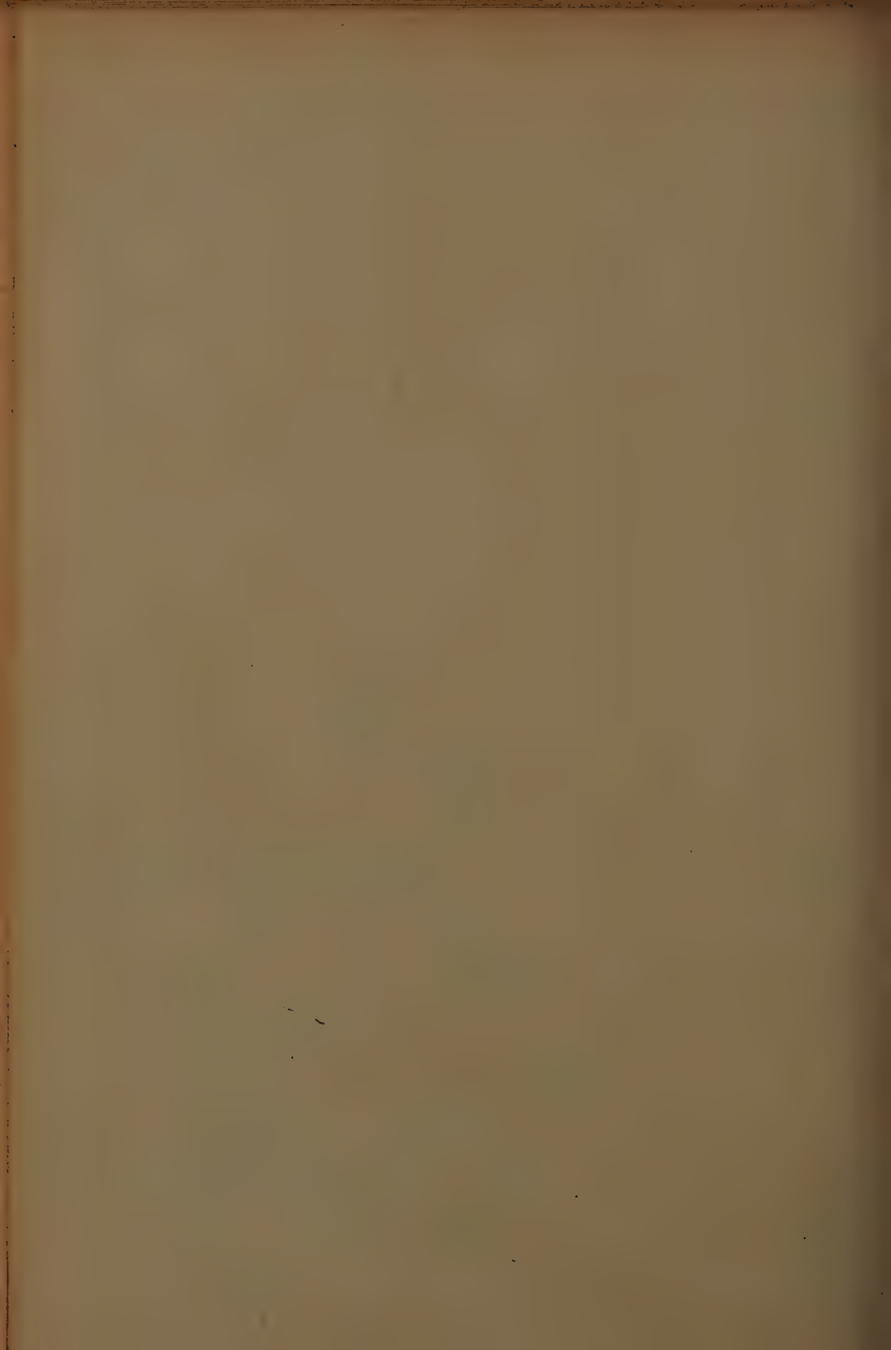
Karte 7





Gmünd
Waidhofen
Zwettl
Horn
Hollabrunn
Mistelbach
Krems
Korneuburg
Tulln
Gänserndorf
XXVI.
Wien
XXII.
Melk
St Pölten
Amstetten
XXV.
XXIV
XXIII.
Bruck/L
Scheibbs
Baden
Lilienfeld
Neusiedl
Eisenstadt
Neusiedler - See
Neustadt
Matters-
burg
Neunkirchen
Mürzzuschlag
Ober-
pullen-
dorf
Bruck/Mur
Leoben
Hartberg
Oberwart
Weiz
Knittelfeld
Güssing
Graz
Fürstenfeld
Voitsberg
Feldbach
Leibnitz
Radkersburg
Deutschlands-
berg
Wolfsberg

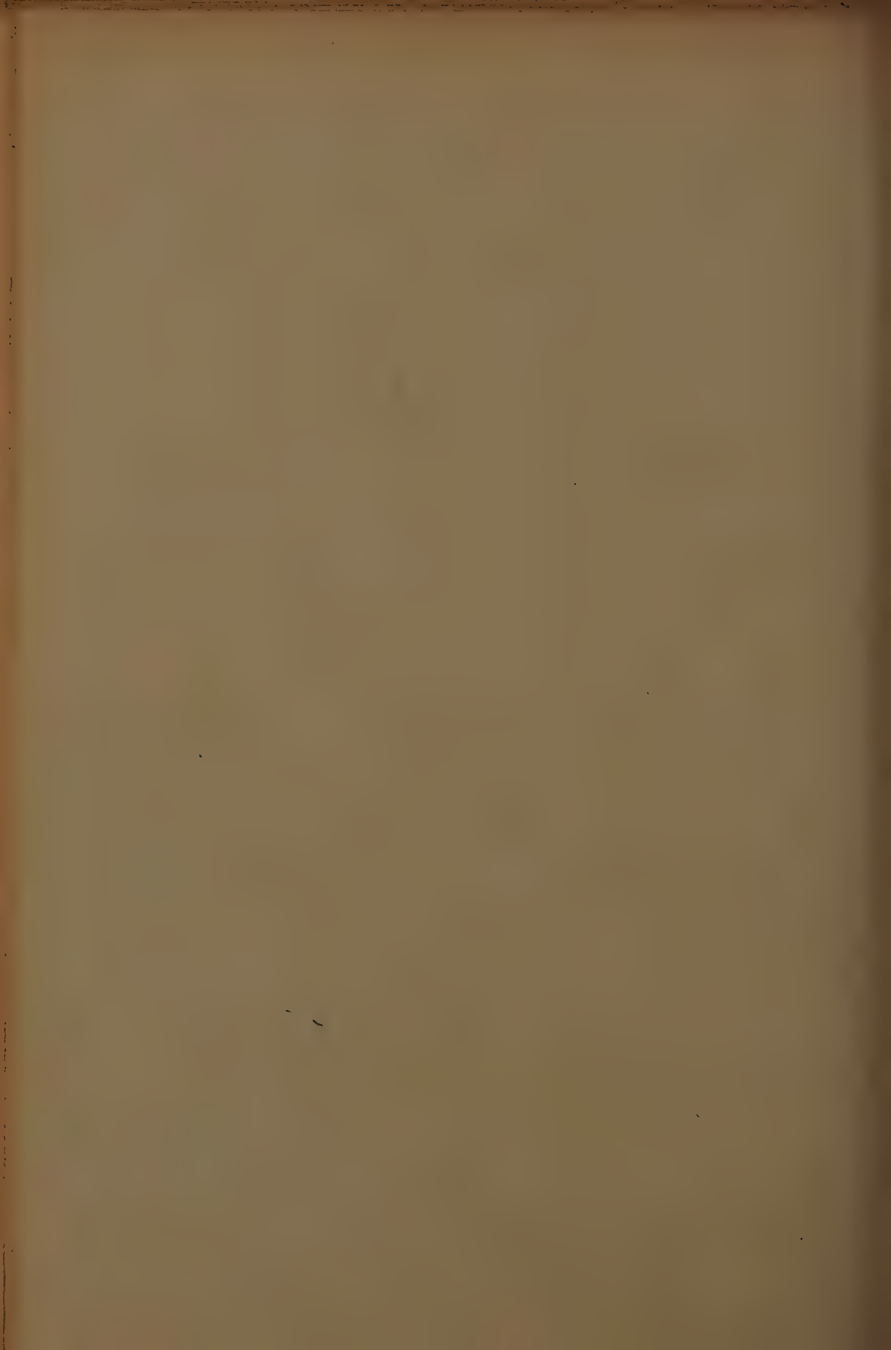
Karte 8

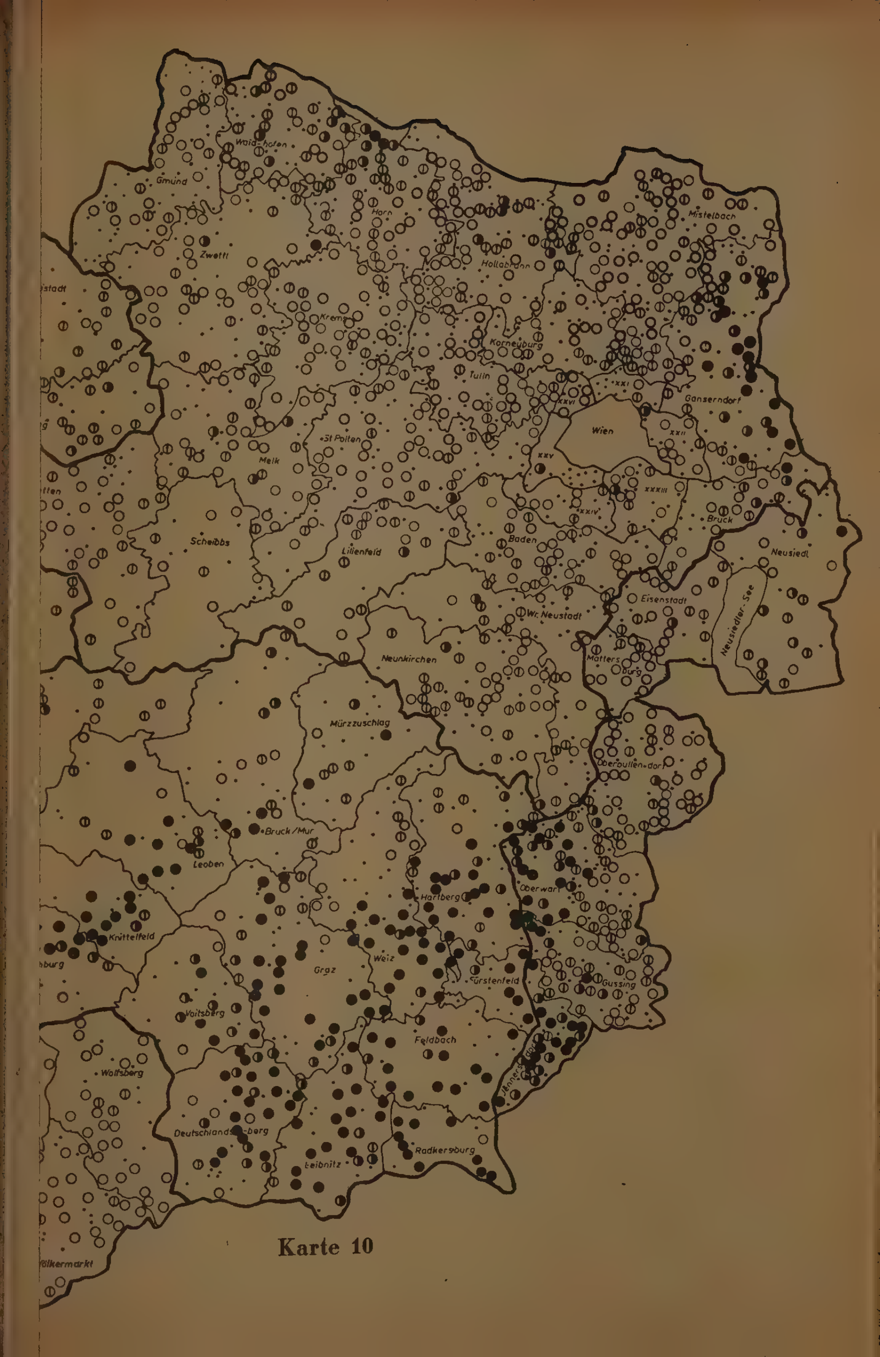




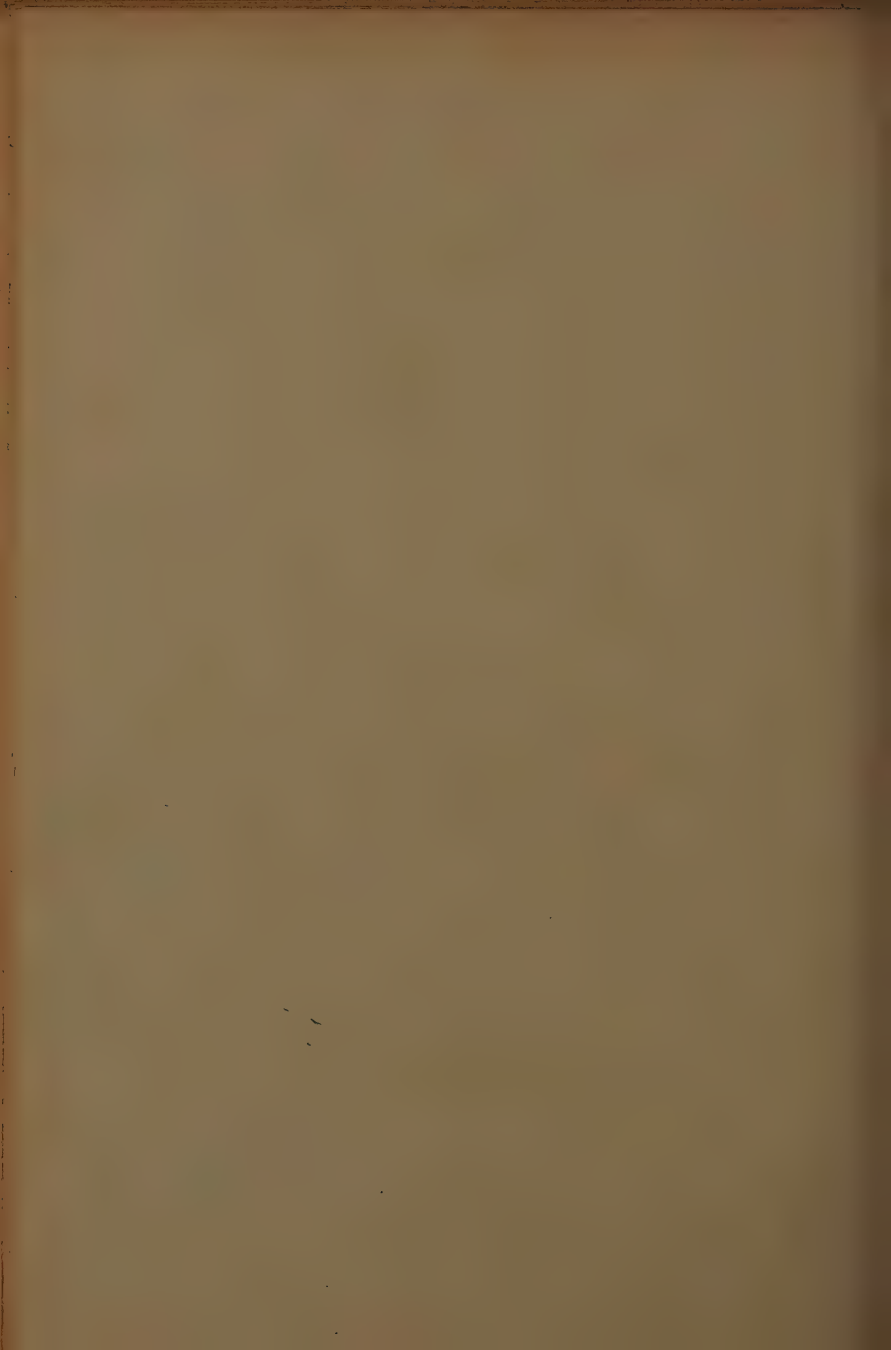
Gmünd
Waidhofen
Horn
Hollabrunn
Mistelbach
Zwettl
Krems
Korneuburg
Tulln
Gänserndorf
Wien
Perg
Melk
St. Pölten
Scheibbs
Lilienfeld
Baden
Bruck/L
Neusiedl
Eisenstadt
Wr. Neustadt
Neusiedler-See
Mattersburg
Neunkirchen
Mürzzuschlag
Oberpullendorf
Bruck/Mur
Hartberg
Leoben
Oberwart
Weiz
Fürstenfeld
Güssing
Graz
Voitsberg
Feldbach
Jennersdorf
Leibnitz
Deutschlandsberg
Wolfsberg
Radkersburg

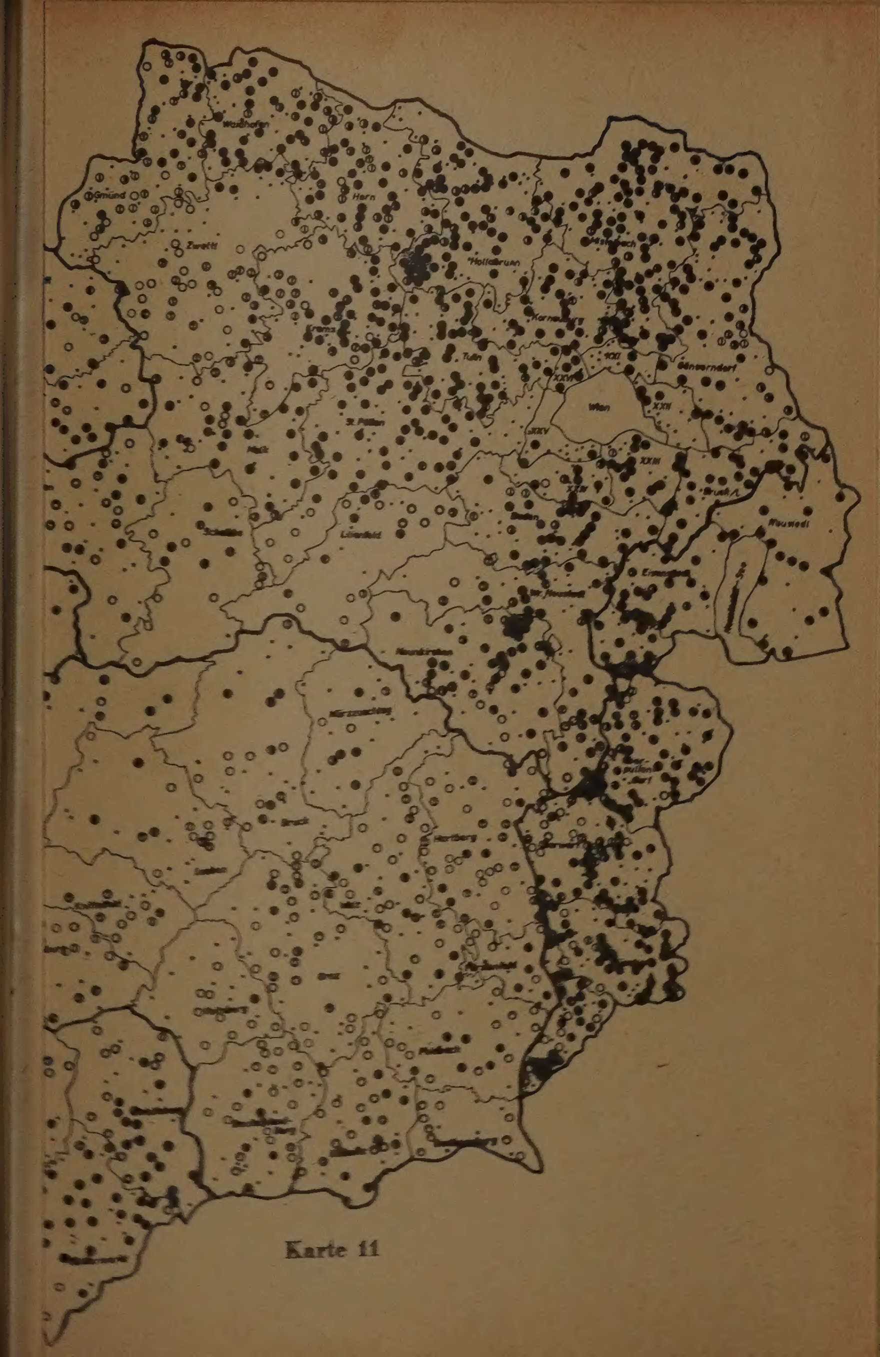
Karte 9



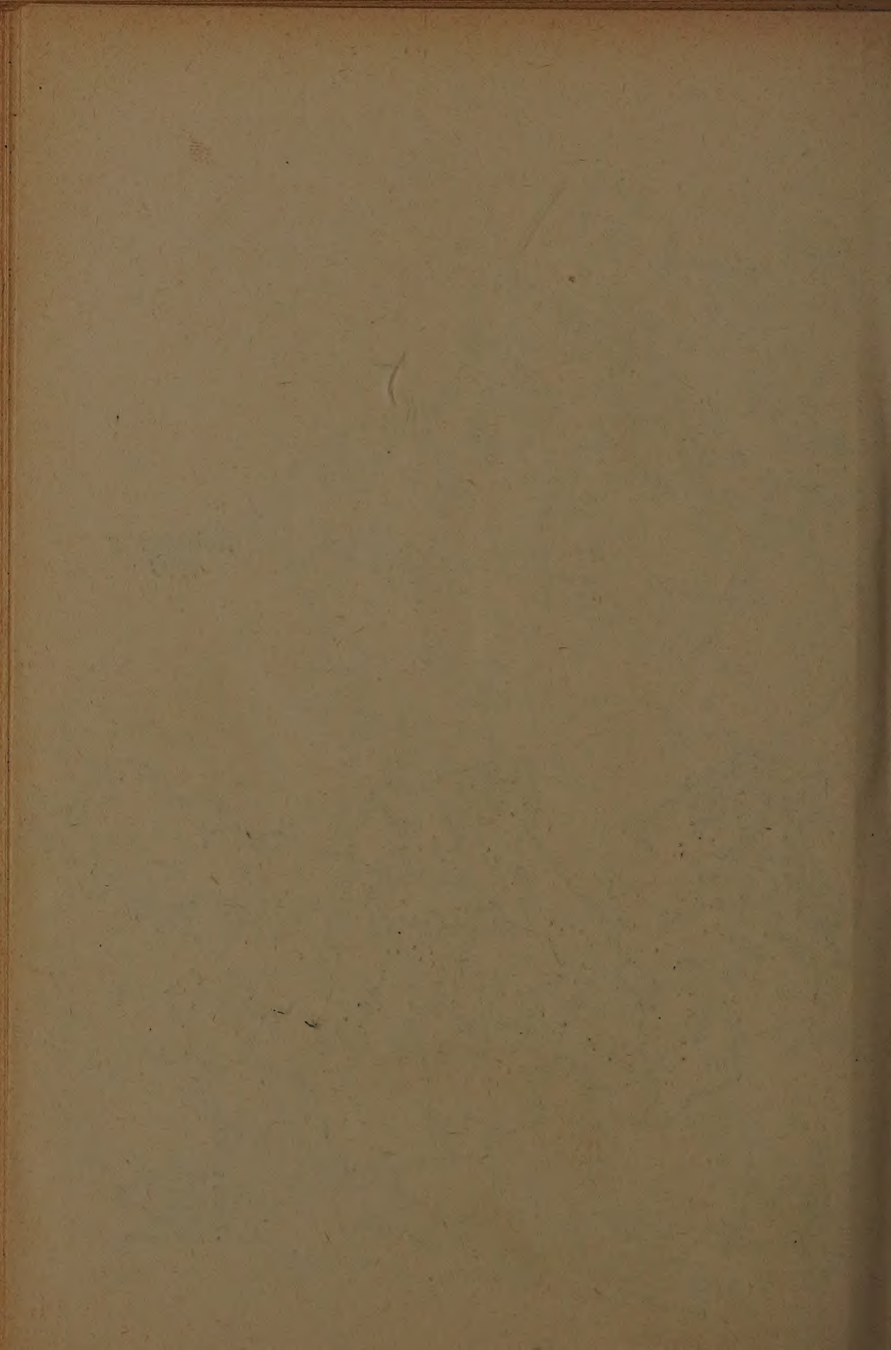

Gmünd
Waid-hofen
Zwettl
Horn
Mistelbach
Hollabrunn
Krems
Korneuburg
Tulln
Gänserndorf
Wien
St. Pölten
Melk
Scheibbs
Lilienfeld
Baden
Bruck
Neusiedl
Eisenstadt
Wr. Neustadt
Mattersburg
Neusiedler-See
Neunkirchen
Mürzzuschlag
Oberpullendorf
Bruck/Mur
Leoben
Hartberg
Oberwart
Knittelfeld
Weiz
Graz
Fürstenfeld
Güssing
Voitsberg
Feldbach
Jennersdorf
Wolfsberg
Deutschlandsberg
Radkersburg
Leibnitz
Völkermarkt

Karte 10




Gmünd
Waidhofen
Horn
Zwettl
Hollabrunn
Krems
Tulln
Korneuburg
Gänserndorf
XXI
XXII
XXIII
XXV
XXVI
Wien
St. Pölten
Melk
Baden
Neusiedl
Neunkirchen
Hartberg
Graz

Karte 11





KUPFERVITRIOL

MONTANWERKE

BRIXLEGG